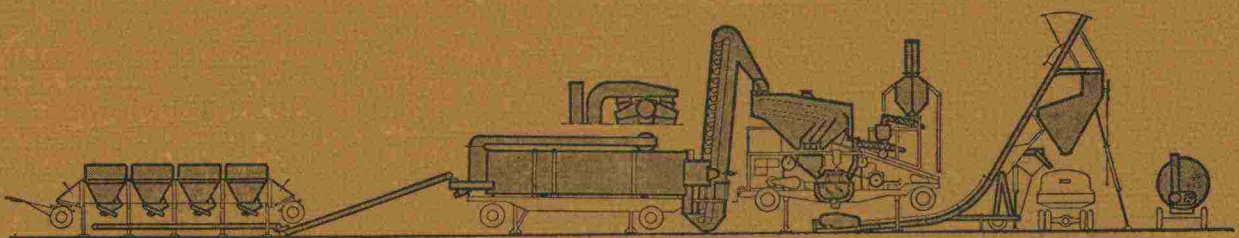


# PÄÄLLYSTYSTYÖT KYLMISSÄ JA MÄRISSÄ OLOSUHTEISSA



TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS  
TIEENRAKENNUSTOIMISTO 1976

TVH 2.729 A4



08  
TIE-



76 395

PÄÄLLYSTYSTYÖT KYLMISSÄ JA MÄRISSÄ OLOSUHTEISSA

Tie- ja vesirakennushallitus  
Tienrakennustoimisto

ISBN 951-46-1604-9



## ESIPUHE

Tämä selvitys perustuu tie- ja vesirakennushallituksen useiden vuosien aikana valtion teknilliseltä tutkimuskeskukselta tilaamiin tutkimuksiin, joissa on selvitetty epäedullisten sääsuhteiden vaikutusta päällysteiden laatuun ja rakennuskustannuksiin.

Tutkimuksen tavoitteena on ollut päällystyskauden pitentämisen taloudellisten ja teknisten mahdollisuuksien selvittäminen.

Tutkimuksen ovat suorittaneet diplomi-insinöörit K. Laukkanen ja M. Eskola.



## SISÄLLYSLUETTELO

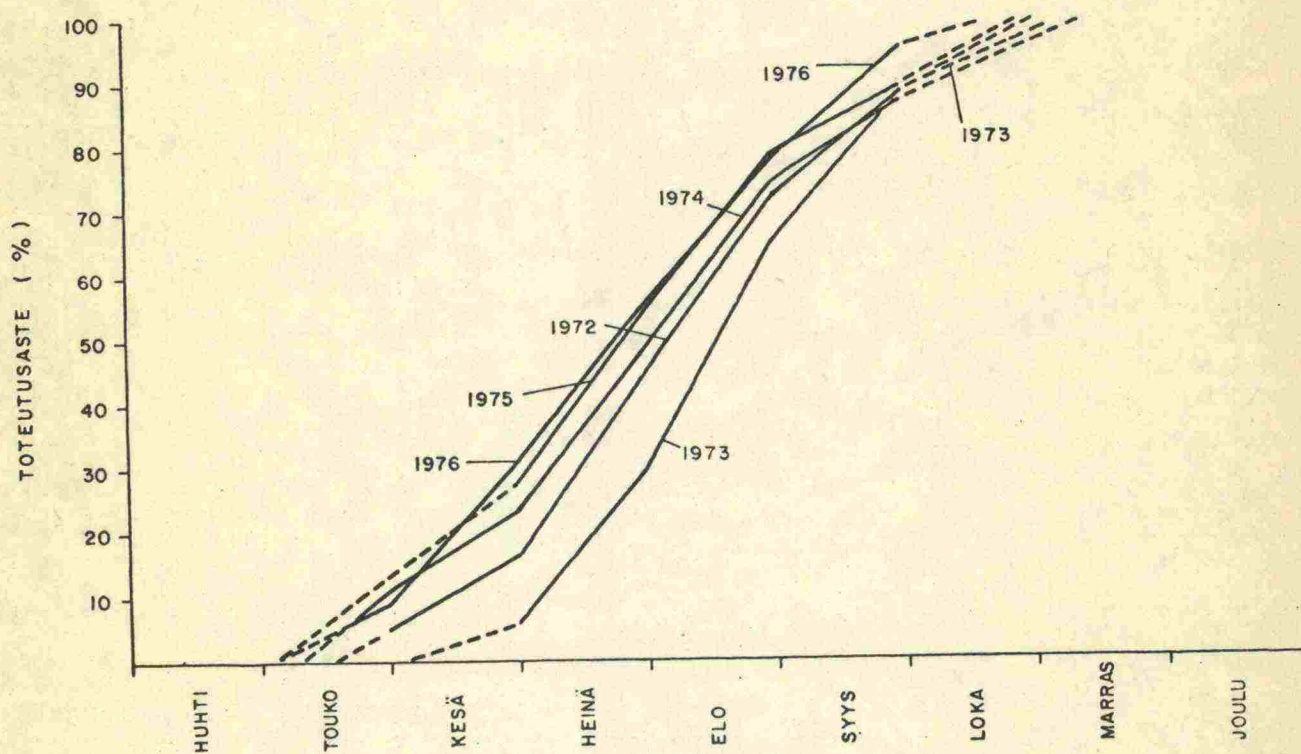
	sivu
1. Johdanto .....	1
2. Säätila ja alusta	
2.1 Lämpötila .....	3
2.2 Valaistusolosuhteet .....	7
2.3 Sade ja kosteus .....	8
2.4 Sääolosuhteiden suomat mahdollisuudet päällystyskauden pitentämiseen .....	8
3. Työn suoritus kylmissä ja märissä oloissa ja siitä aiheutuvat kustannukset	
3.1 Yleistä .....	9
3.2 Töiden suoritus	
3.21 Massan valmistus .....	9
3.22 Kuljetus .....	10
3.23 Levitys ja tiivistäminen .....	10
3.3 Kustannukset	
3.31 Massan valmistus .....	13
3.32 Kuljetus .....	16
3.33 Levitys ja tiivistäminen .....	16
4. Töiden laatu	
4.1 Massan laatu .....	16
4.2 Massamäärä, tyhjättila ja lujuus .....	16
4.3 Saumat ja tarttuvuus alustaan .....	18
4.4 Päällysteen ulkonäkö ja tasaisuus .....	19
4.5 Laatuheikkouksista koituvat kustannukset.	19
5. Päällystyskauden pitentäminen	
5.1 Töiden ajoitus .....	25
5.2 Vaihtoehdot .....	27
5.3 Vaikutukset kustannuksiin .....	28
6. Yhteenveto .....	34

Kirjallisuusluettelo



## 1. Johdanto

Päällystystyöt ajoitetaan ohjelmien mukaan pääasiassa toukokuun alun ja lokakuun lopun väliseksi ajaksi. Etelä-Suomessa päällystyskautta on voitu jatkaa joinakin vuosina marraskuuhun, kun taas Pohjois-Suomessa päällystyskausi päättyy usein jo syyskuussa. Päällystystöistä suoritetaan kuitenkin n. 80 % kesäkuun alun ja syyskuun lopun välisenä aikana (kuva 1). Kuvassa vuoden 1973 alhaiset toteutusasteen prosenttiluvut alkukesällä johtuvat osittain työmarkkinahäiriöistä. Vuoden 1974 toteutusasteen käyrä vastannee vuosittaista normaalia jakautumaa.



**Kuva 1:** Päällystystöiden toteutusasteen kehitys kuukausittain 1972 - 1976.

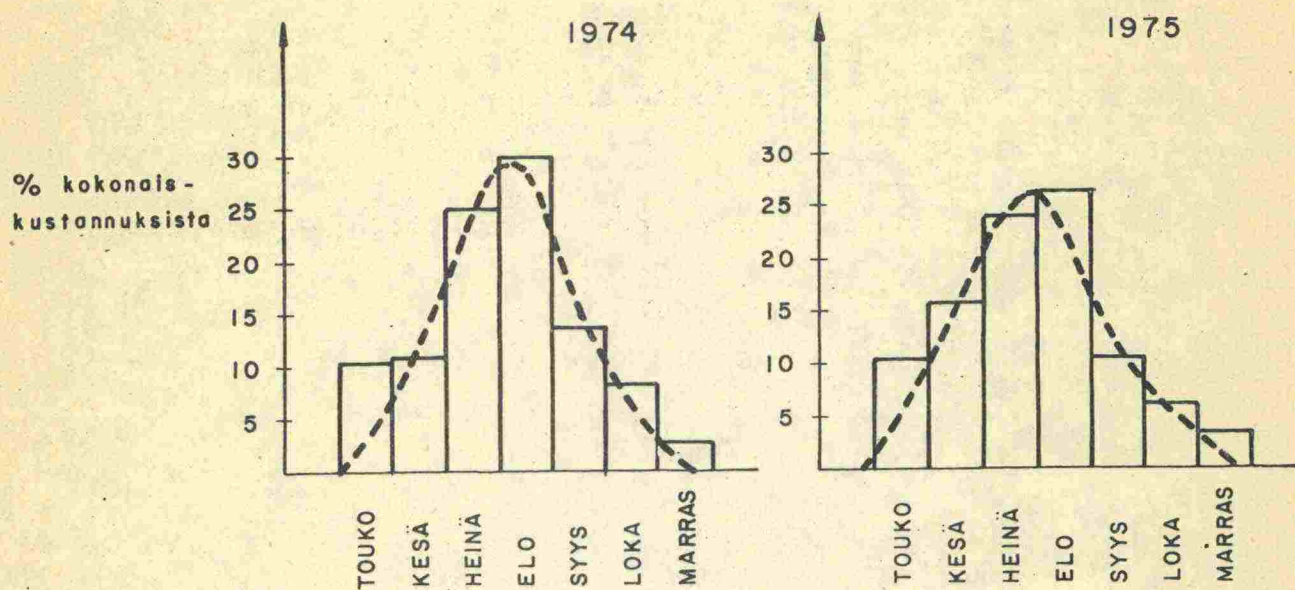
kk vuosi	toteutusaste %					
	V	VI	VII	VIII	IX	X
1972	5	16	45	72	88	99
1973	-	6	30	65	88	97
1974	11	23	48	74	87	95
1975	13	28	55	79	89	100
1976	9	31	55	78	95	100

**Taulukko 1:**

Päällystystöiden toteutusasteen kehitys 1972-1976.

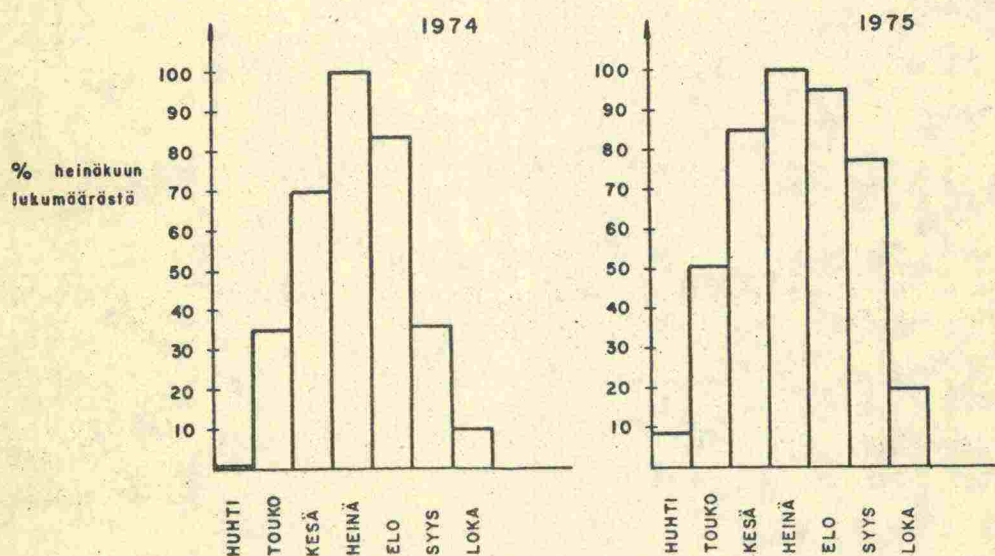


Päällystystöiden kustannukset massayksikköä kohden laskettuna ovat kesäkuukausina suunnilleen yhtä suuret. Syksyllä kustannukset nousevat nykyisenkin päällystyskauden lopulla kylmyyden, sateiden ja keskeytysten lisääntyessä. Vuosina 1974 ja 1975 olivat kustannusten jakautumat kuvan 2 mukaiset.



Kuva 2: Kustannusten jakautuma päällystyskauden kuukausien kesken 1974 ja 1975.

Asfalttityöntekijöiden työvoimavahvuus TVL:n töissä jakautui v. 1974 ja 1975 eri kuukausille kuvan 3 mukaisesti.



Kuva 3: Asfalttityöntekijöiden työvoimavahvuuden kuukausijakautuma TVL:n töissä v. 1974 ja 1975 / 5 /.



Kuvista 1 ja 2 ilmenee, että suoritemäärät ovat suurimmillaan keskikesällä heinä- ja elokuussa. Tuolloin on vuorokautinen valoisia aika suuri ja päällystettävät kohteet ovat kuivia voimakkaan haihtumisen vuoksi. Keskikesän levitettävät massamäärät ovat selvästi muita ajankohtia suuremmat, jonka vuoksi myös kustannusten %-osuudet ovat suuret.

Suoritemäärien kasaantumisen esitetyllä tavalla kesän osalle mahdollistaa käytettävissä olevan konekannan suuruus päällystystöiden määriin verrattuna. Suuren konemäärän hankkiminen ja kunnossapittäminen ei ole edullista urakoitsijoiden eikä kauppataseen kannalta. Myös työvoimatarpeen ja kustannusten jakautuminen epätasaisesti eri kuukausille on haitallista ja luo tarvetta järjestää töiden ajoitus toisin.

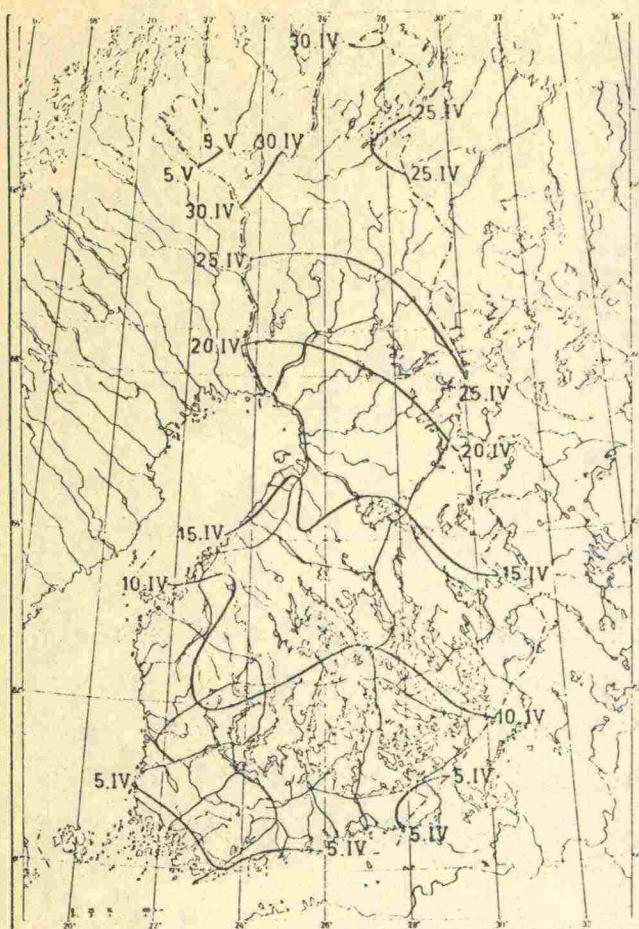
## 2. Säätila ja alusta

### 2.1 Lämpötila

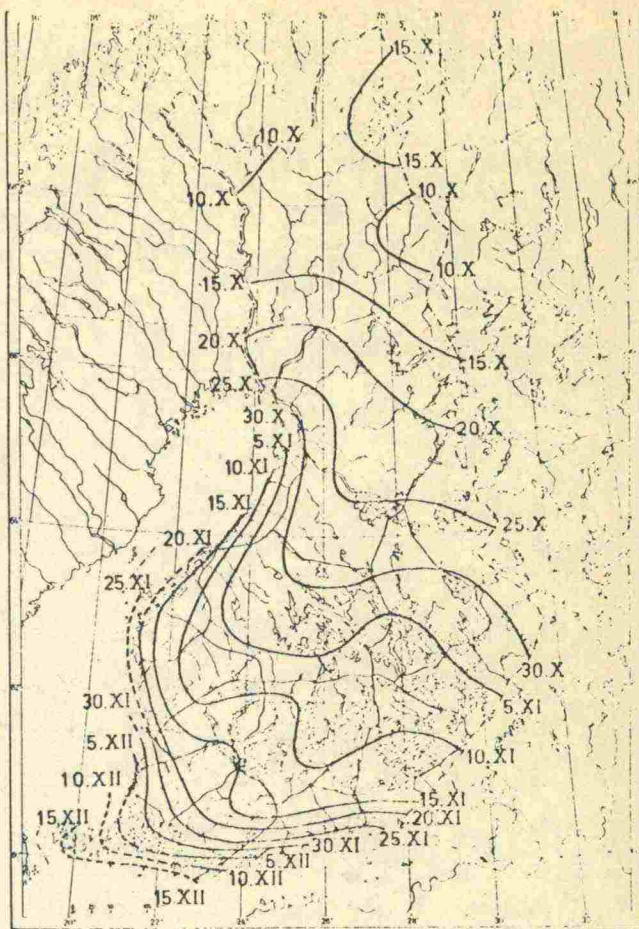
Nykyisin voimassa olevat normit kehottavat tekemään päällystystyöt lämpimänä vuodenaikana. Keväällä voidaan työt aloittaa, kun vuorokauden keskilämpötila on noussut yli  $5^{\circ}\text{C}$  ja kun ei ole odotettavissa, että routa vaikuttaa haitallisesti päällysteen alustaan. Sekoitusmenetelmällä tehtävien päällysteiden valmistaminen paksuja kantavia kerroksia ( $\geq 200 \text{ kg/m}^2$ ) lukuun ottamatta tulee normien mukaan lopettaa vuorokauden keskilämpötilan laskettua  $0^{\circ}\text{C}$  alapuolelle. Normaalina vuonna päällystystyöt voitaisiin aloittaa paikkakunnasta riippuen 30.4 - 31.5 ja ne tulisi lopettaa 15.10 - 30.11.

Kun päällystystyöhön soveliaan lämpötilan alarajana pidetään  $0^{\circ}\text{C}$  /1/, voidaan päällystyskauden aloitus- ja lopetusajankohdat lämpötilaltaan keskimääräisenä vuonna määrittää kuvien 4 ja 5 avulla. Vuosittainen hajonta kuukausien keskilämpötiloissa ja sateisuudessa on kuitenkin niin suuri, että ajat kartoista määritettyinä ovat vain likimääräisiä.





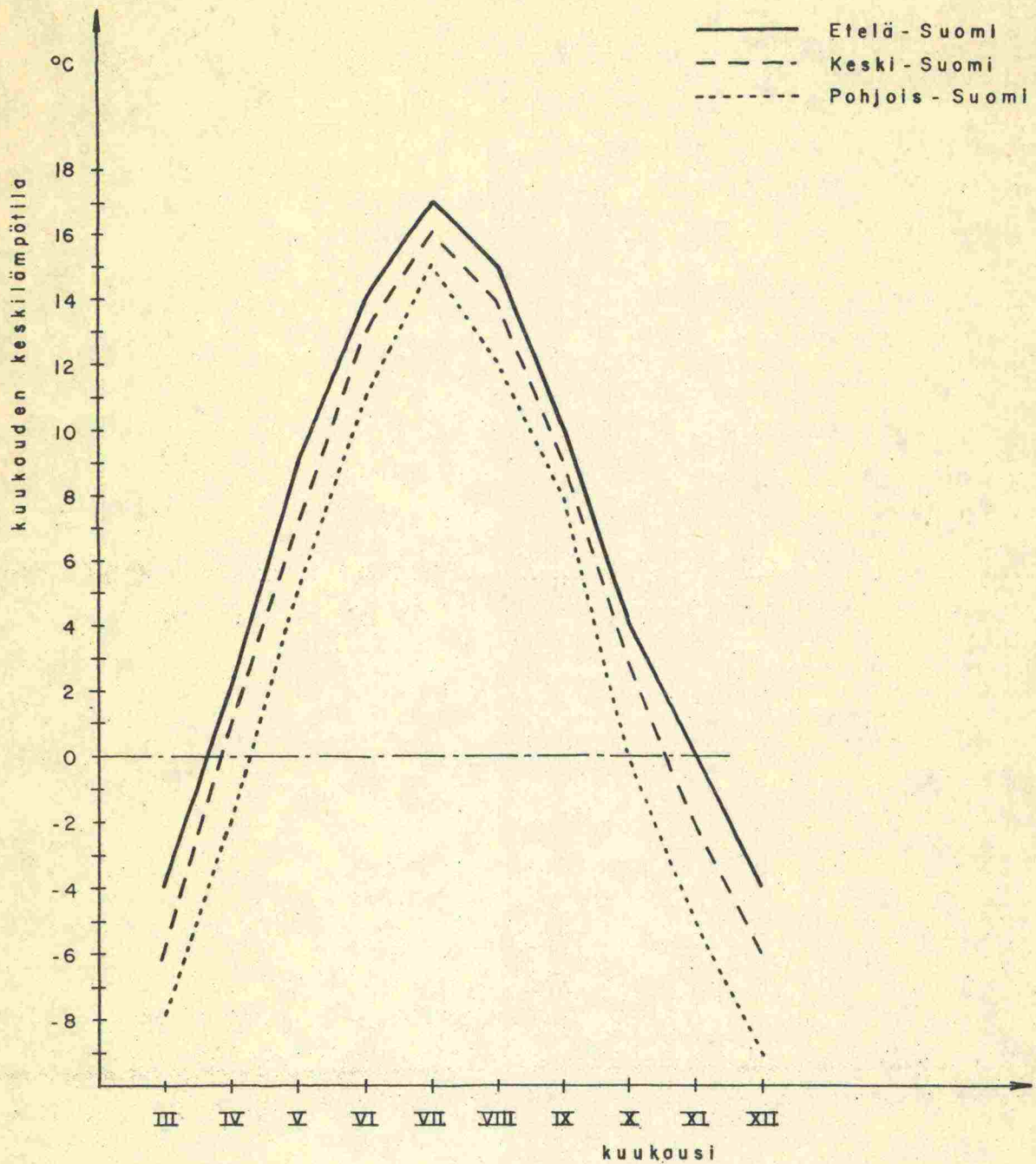
Kuva 4: Keskimääräinen ajankohta, jolloin vuorokauden keskilämpötila keväällä ylittää  $0^{\circ}\text{C}$  (1931-1960) / 7 /.



Kuva 5: Keskimääräinen ajankohta, jolloin vuorokauden keskilämpötila syksyisin alittaa  $0^{\circ}\text{C}$  (1931-1960) / 7 /.

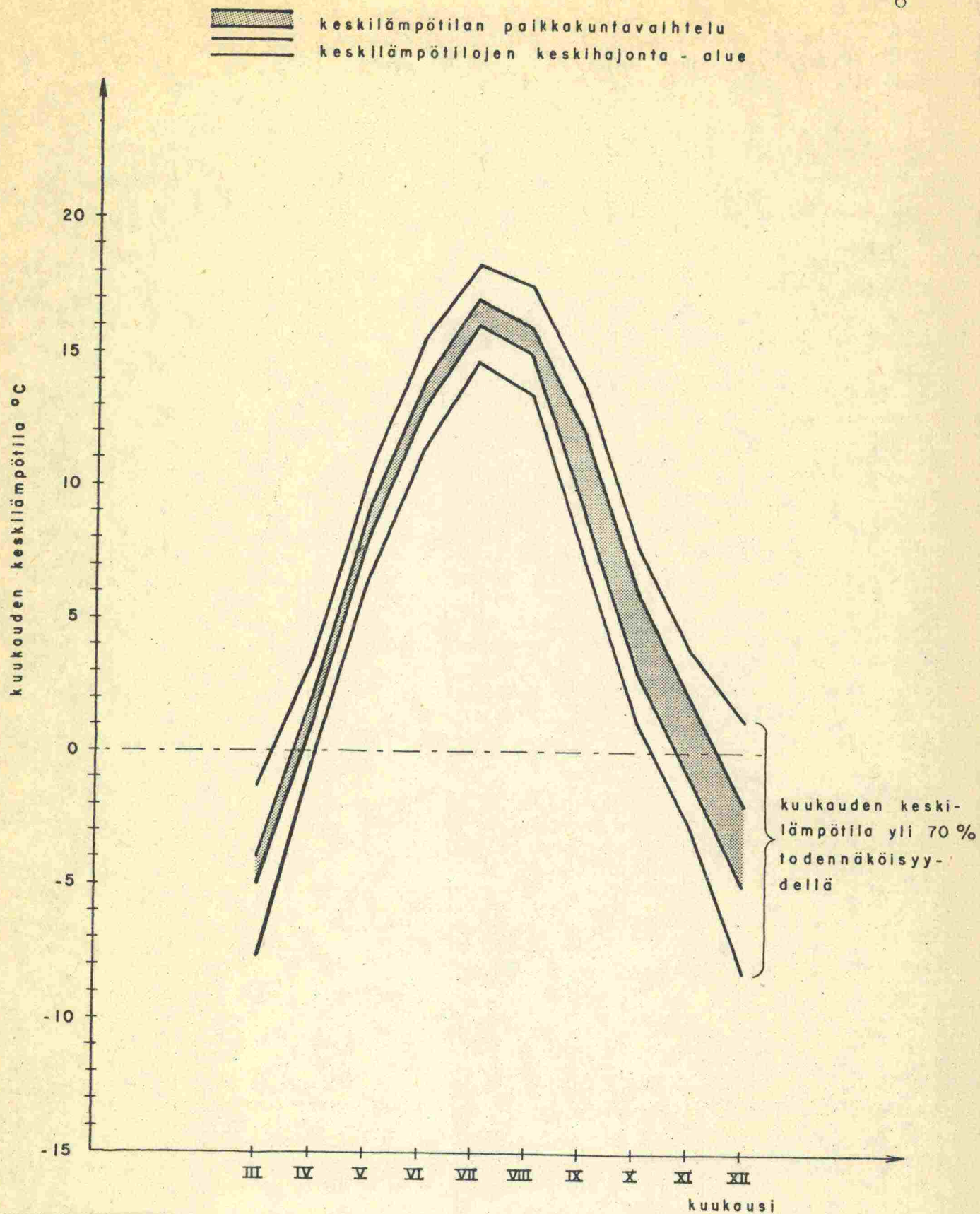
Kuvissa 6 ja 7 on esitetty kuukauden keskilämpötilat Etelä-, Keski- ja Pohjois-Suomessa sekä kuukauden keskilämpötilan vaihtelurajat Etelä-Suomessa vuosina 1931-1960. Kun keskilämpötilojen jakautumien keskihajonnat ovat samaa suuruusluokkaa paikkakunnasta riippumatta havaitaan kuvasta 7 vuosivaihtelujen suuri merkitys: Niinä vuosina, jotka havaintoajanjaksona esiintyivät yli 70% todennäköisyydellä, vaihteli  $0^{\circ}\text{C}$ :een ohittamisajankohta Etelä-Suomessa keväällä noin kolmen ja syksyllä noin kahdeksan viikon rajoissa. Nämä luvut sisältävät Etelä-Suomen paikkakunnasta riippuvan vaihtelun, joka on keväällä noin yhden ja syksyllä kolmen viikon pituinen. Keskimääräisenä vuotena ohitetaan  $0^{\circ}\text{C}$  keväällä Keski-Suomessa noin viikkoa ja Pohjois-Suomessa noin kolmea viikkoa myöhemmin sekä vastaavasti syksyllä noin kahta ja neljää viikkoa





Kuva 6: Kuukauden keskilämpötila eri paikkakunnilla  
 v. 1931 - 1960 / 7 /.





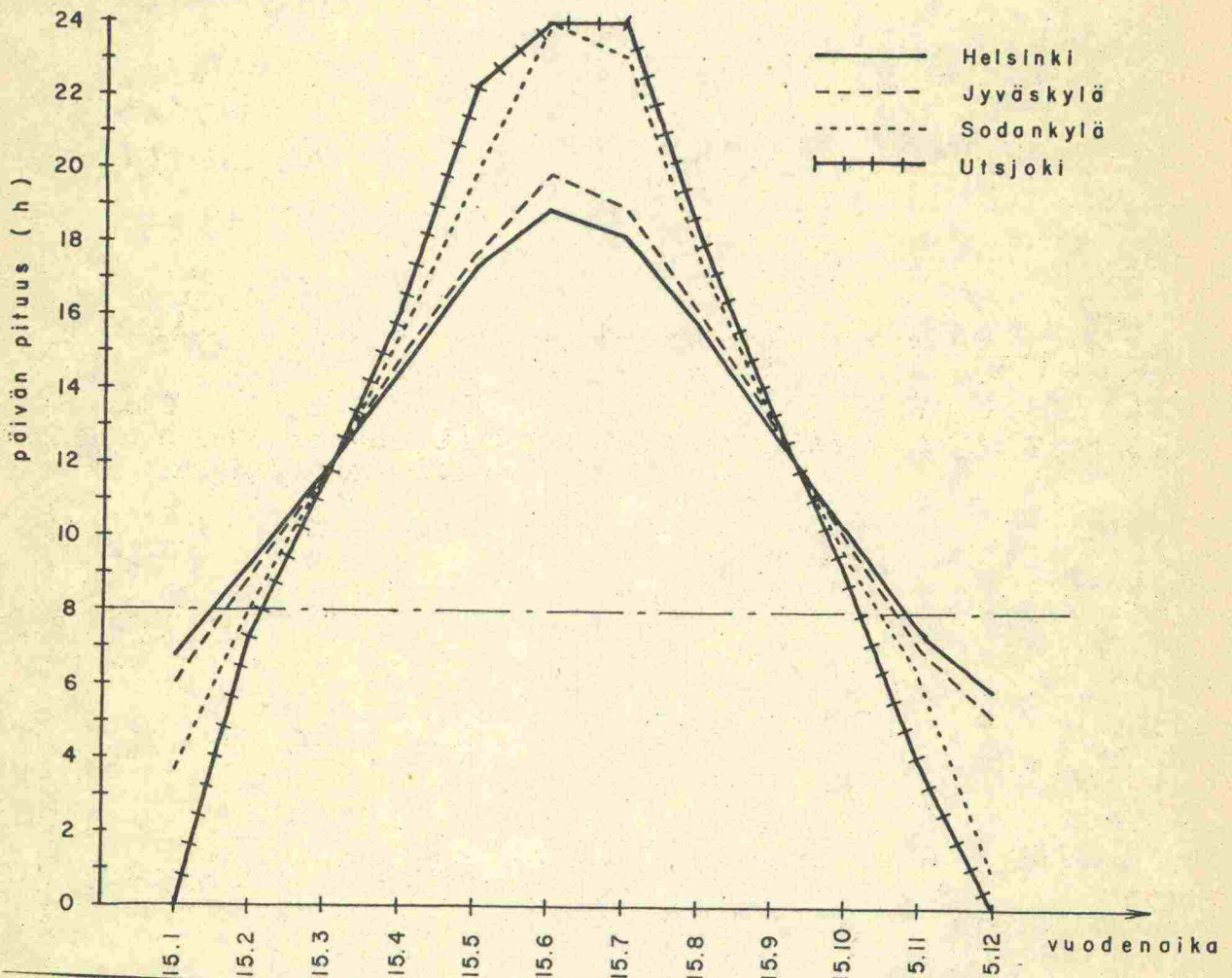
**Kuva 7:** Kuukauden keskilämpötila Etelä-Suomessa v. 1931 - 1960 / 7 /.

aikaisemmin kuin Etelä-Suomessa. Syksyllä vaikuttaa myös rannikon läheisyys talven tuloa hidastavasti. Esimerkiksi Pohjanlahden rannikkoseuduilla laskee vuorokauden keskilämpötila pakkasen puolelle noin kolme viikkoa myöhemmin kuin sisämaassa (kuva 5).

Päällystystyöhön soveliaan ajankohdan valintaan voidaan käyttää myös kuukauden pakkaspäivien lukumäärää.

## 2.2 Valaistusolosuhteet

Päällystystyöt pyritään tekemään valoisaan aikaan, joten aurin-  
gon nousu- ja laskuaikojen vaihtelut vaikuttavat työpäivän pituuteen vuodenajasta ja paikkakunnasta riippuen. Esimerkiksi Jyväskylässä alittaa päivän valoisan ajan pituus kahdeksan tuntia suunnilleen marraskuun viidennen ja helmikuun kuudennen päivän välisenä aikana (kuva 8).



Kuva 8: Päivän pituus (aurin-  
gon nousun ja laskun välinen aika)  
eri paikkakunnilla /8/.



## 2.3 Sade ja kosteus

Päällystystyön estää tai sitä rajoittaa kostea alusta ja sillä oleva lumi ja jää. Keväällä päällystystyötä rajoittaa lähinnä pakkanen ja lumi, kun taas syksyllä haittaa eniten sade.

Keväällä päällystettävä pinta on jäinen tai luminen, kunnes auringon säteily alkaa sulattaa pintaa helmikuun lopulla. Auringon säteily on maaliskuussa yleensä niin voimakasta, että lumi ja jää häviävät varsinkin sidotulta alustalta jo kuukauden alkupuolella. Sitomaton alusta sen sijaan pysyy märkänä, kunnes sivu- ojiin auraton lumivallin reuna siirtyy pientareelta ojaan. Alustalle satanut lumi ja jää voidaan poistaa osittain höylää käyttäen. Sitomattomaan rakenteeseen imeytyy kuitenkin vettä, joka estää tai haittaa päällystystä. Syksyllä päällystystä haittaa sitomattoman alustan märkyys. Suurista ja usein toistuvista sateista johtuen on myös sidottu alusta märkä syksyllä päällystettäessä, jos ei käytetä pintaa kuivattavia kuumentimia. Sitomattomasta alustasta ei liiallista kosteutta voida yleensä poistaa kuten sidotusta.

## 2.4 Sääolosuhteiden suomat mahdollisuudet päällystyskauden pitentämiseen

Päällystystyöt tehdään nykyään pääasiassa vuodenaikoina, jolloin vallitsevat kesäolosuhteet. Sääolosuhteiden puolesta on mahdollista pitentää kautta jonkin verran sekä keväällä että syksyllä. VTT:n tutkimusten /1/ mukaan voidaan päällystystyöitä suorittaa, kun päivälämpötila ylittää  $0^{\circ}\text{C}$ . Kyseessä olevien kokeiden aikana olivat työmaalla mitatut päivälämpötilat erityisesti keväällä hyvin lähellä kuukauden keskilämpötiloja (kuva 12), joten jo tämä muutos normien suositteluun aloittamisajankohtaan ( $+5^{\circ}\text{C}$ ) pitentäisi päällystyskautta keväällä 2...3 viikkoa.

Vuorokauden valoisan ajan rajoittaessa työpäivän pituuden loppusyksyllä 6...7 tuntiin pienenee päiväsaavutus. Keväällä vaikeuttaa päällystystyöitä lisäksi kostea maaperä lumen ja roudan sulamiskauden jälkeen, syksyllä taas runsaat sateet.



Yhteenvedona sääolosuhteiden vaikutuksesta voidaan todeta, etteivät ne estä pitentämästä päällystystyökautta muutamilla viikoilla normaalina vuonna. Vaikeutena ovat sään epäsäännölliset vaihtelut eri vuosina ja olosuhteiden ennakoimisen vaikeus töiden suunnitteluvaiheessa. Epäedullisen ajankohdan vaikutusta työsaavutuksiin käsitellään myöhemmin.

### 3. Työn suoritus kylmissä ja märissä oloissa ja siitä aiheutuvat kustannukset

#### 3.1 Yleistä

Märät ja kylmät olosuhteet alentavat valmistuskapasiteettia oleellisesti. Tällöin kestää kiviaineksen sekoittaminen ja kuumentaminen kauemmin kuin kesällä suotuisissa olosuhteissa ja myös polttoainekustannukset kasvavat. Kuljetusta haittaavat massan valmistuksessa sattuvat häiriöt. Häiriöiden johdosta kuljetuskalusto joutuu odottamaan, mikä lisää massayksikköä kohden tulevaa kustannusta. Levityskustannusta saattavat lisätä lumen ja jään poisto sekä märkyyden vähentäminen ja viereisen sauman lämmittäminen kuumentimella. Lisäksi saatetaan jyräyskalustoa joutua lisäämään, jotta päästään riittävän pieniin tyhjätiloihin ennen massan liiallista jäätymistä.

#### 3.2 Töiden suoritus

##### 3.2.1 Massan valmistus

Varhain keväällä ja myöhäissyksyllä määrää työkapasiteetin massan valmistus. Hukka- ja koemassojen suuren suhteellisen osuuden päivittäin valmistettavista massoista aiheuttavat koneiston jäätyminen yöllä, jäinen kiviaines ja osittain tottumattomuus ja kokeuttomuus. Valmistuskapasiteetti nousee kuitenkin lämpötilan nousun vuoksi nopeasti ja toukokuussa vastaavat kapasiteettiarvot kesäoloissa saavutettuja arvoja. Huhtikuussa kapasiteettiarvoja pienentävät kesään verraten usein esiintyvät yöpakkaset. Lisäksi saattavat kiviaineksen varastokasat olla vielä tällöin jäässä. Keskimääräisenä vuotena voitaneen massanvalmistukseen ryhtyä Etelä-Suomessa aikaisintaan maaliskuun loppupuolella. Huhti- ja



toukokuu soveltunevat sen sijaan kokonaisuudessaan massan valmistukseen.

### 3.22 Kuljetus

Massa kuljetetaan kuorma-autolla asfalttiasemalta tai varastokasasta levityspaikalle. Kylmä ilma ja sateet alentavat kuuman massan lämpötilaa. Vuosien 1972-1973 kokeissa ei tämä kuitenkaan esittänyt päällysteen tiivistämistä. Kuvassa 9 on esitetty peittämättömän massakuorman lämpötilan aleneminen kuljetuksen aikana  $+5^{\circ}\text{C}$ :een lämpötilassa. Käytännössä ovat kuljetusmatkat niin lyhyitä, että massa pysyy riittävän lämpimänä, varsinkin kun kuorman peittäminen on aina helposti järjestettävissä / 3 /.

### 3.23 Levitys ja tiivistäminen

Massat levitetään kuten kesälläkin: kuumasekoitteiset asfaltinlevittimellä ja öljysorat levittimellä tai laahaimella. Ennen levitystä on pinnalta poistettava lumi ja jää. Tavallisia levitystyön keskeytymisen syitä ovat massan epäjatkuva toimitus ja levittimen vajoaminen pehmeään alustaan. Massan toimituksen keskeytyessä on levitin tyhjennettävä ja tehtävä työsauma. Kesäolosuhteista poiketen käytetään sauman lämmittämiseen mahdollisesti infrapunakuumentinta.

Valmistettaessa öljysorapäällystettä kylmänä vuodenaikana on massa syytä levittää yhtenä kerroksena. Tällöin on parempi käyttää asfaltinlevitintä laahaimen asemesta.

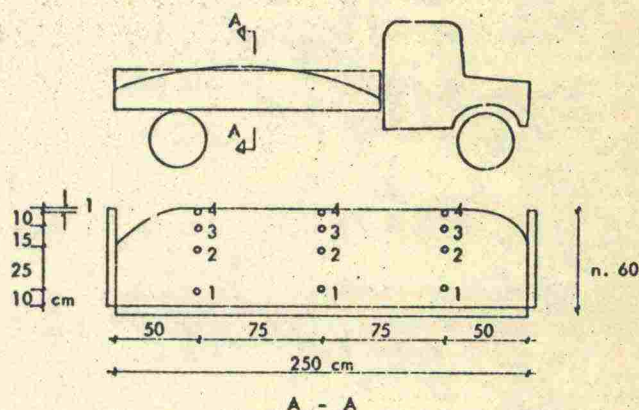
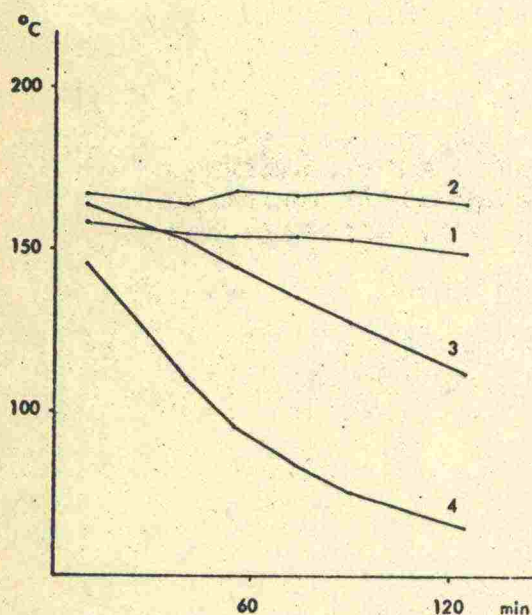
Massan lämpötila laskee verraten nopeasti levittämisen jälkeen ja erittäin nopeasti kylmällä ja märällä alustalla sekä kylmällä, sateisella ja tuulisella säällä. Saksalaisen käsityksen mukaan / 3 / on tiivistysjyräys suoritettava loppuun ennen kuin sideaineen viskositeetti on ylittänyt 2500 cSt. Vastaavasti jälkijäykkä tulee olla suoritettu, kun massan lämpötila on n.  $20^{\circ}\text{C}$  sideaineen pehmenemispisteen yläpuolella. Tällä perusteella saadaan bitumilajeille B-80 ja B-120 seuraavat lämpötilat.



Bitumi	Tiivistysjyräys °C	Jälkijyräys °C
B-80	100	70
B-120	95	65

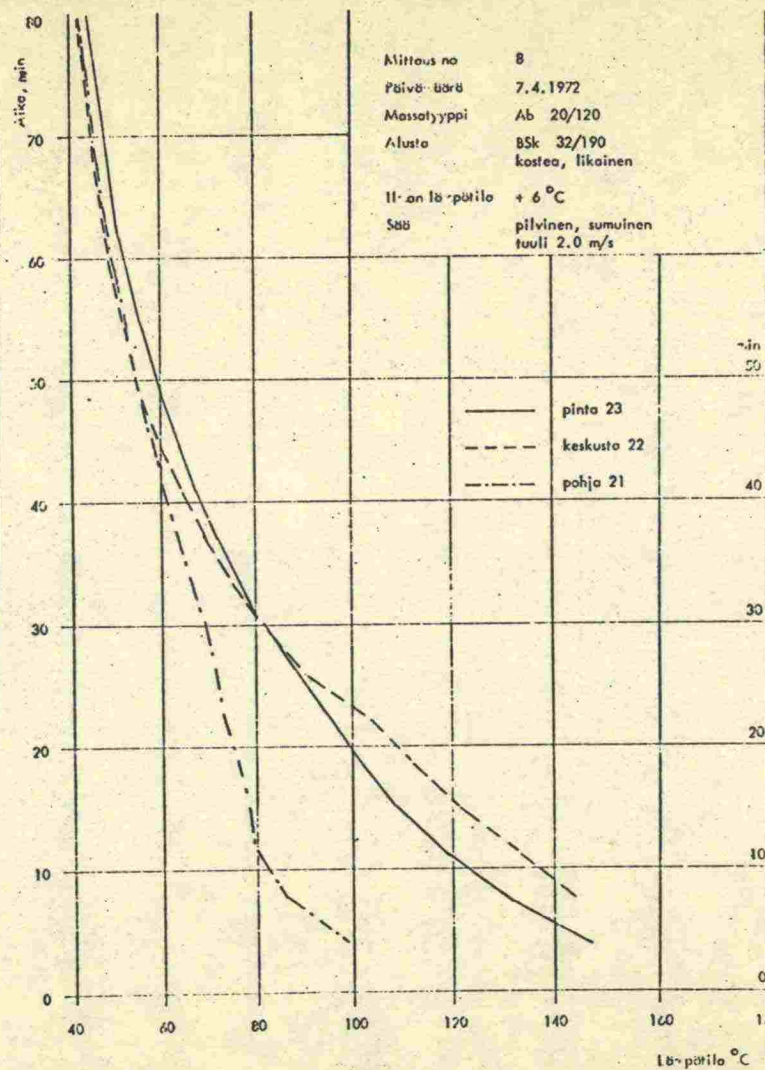
Taulukko 2: Bitumeista B-80 ja B-120 valmistettujen asfalttimassojen alhaisimmat tiivistyslämpötilat / 3 /.

Vuosien 1972 - 1973 päällystyskokeiden lämpötilamittauksista ilmenee, että 5 - 10 cm paksun asfalttibetoni- tai bitumisoralaatan lämpötila laskee sekoituslämpötilasta n. 100 °C:een 15 - 30 minuutissa, kun ilman lämpötila on +4 - +7 °C (kuvat 10 ja 11). Koska laatta jäähtyy nopeimmin ylä- ja alapinnaltaan, saattaa pinta jäädä avoimeksi.

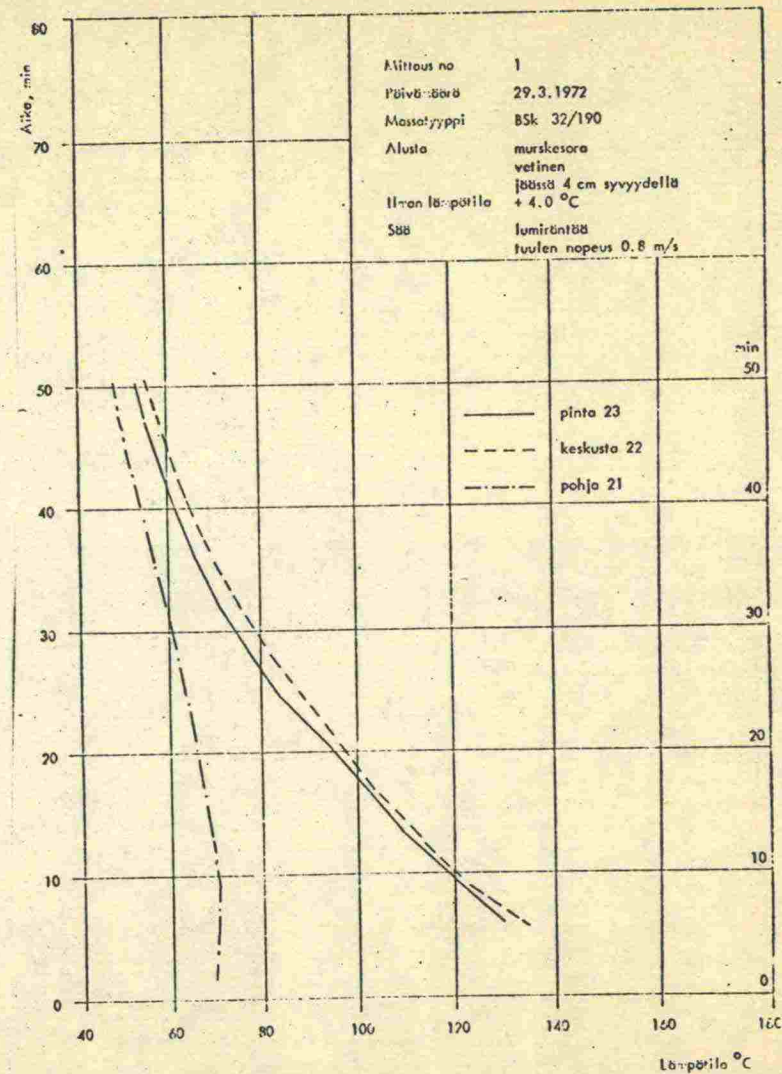


Kuva 9: Massakuorman lämpötilan aleneminen kuljetuksen aikana keskimmaisessa poikkileikkauksessa. Samalla korkeudella olleiden mittauspisteiden keskiarvokäyrät. Kuljetus ilman peitettä +5 °C lämpötilassa / 3 /.





Kuva 10: Asfalttibetonilaatan lämpötilan aleneminen /3/.



Kuva 11: Bitumisoralaatan lämpötilan aleneminen /3/.



### 3.3 Kustannukset

#### 3.31 Massan valmistus

Massayksikköä kohti lasketut yksikkökustannukset kasvavat lämpötilan laskiessa ja käytettävän kiviaineksen kosteuspitoisuuden kasvaessa. Lämpötilan aiheuttamat muutokset ilmenevät selvästi, kun keskimääräinen päivälämpötila laskee alle  $+10^{\circ}\text{C}$ . Lisäkustannukset johtuvat pienentyneestä tuotantokapasiteetista (kuva 12), johon vaikuttaa mm. sideaine- ja öljyputkien luukkujen sekä kiviaineksen jäätyminen ja niiden sulattaminen, lumi, pimeys, hukkamassojen määrän kasvu sekä kuivausrummun kapasiteetin aleneminen. Kosteaa kiviaines, varsinkin kivijauhe, kuluttaa kuivauksessa huomattavasti enemmän lämpöenergiaa kuin kuiva ja alentaa siten kuivausrummun tehoa.

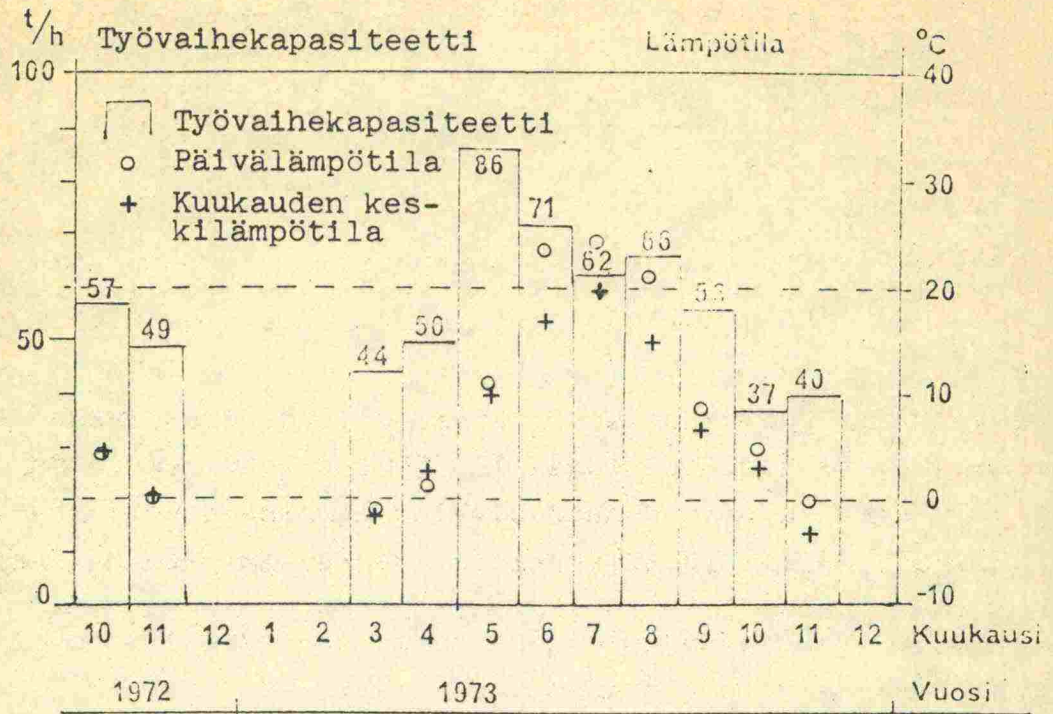
Kiviaineksen kosteus (%)	Kuivausrummun teho (t/h)
2	130
4	100
8	70

Taulukko 3: Kuivausrummun kapasiteetin riippuvuus kiviaineksen kosteudesta Beyelerin mukaan / 2 /.

Työryhmän koko pysyy suunnilleen muuttumattomana koko päällystyskauden ajan. Mikäli kiviaines on jäässä, joudutaan kuitenkin mahdollisesti lisäämään yksi mies jäätyneiden kappaleiden rikkomiseen.

Vuosina 1972 - 1973 suoritetuissa talviasfaltointikokeissa päällystystyöt aloitettiin maaliskuun lopussa, jolloin päivälämpötilat olivat muutaman asteen nollan yläpuolella. Vuorokauden keskilämpötilat olivat nollan vaiheilla. Näiden kokeiden mukaan olivat päällystystöiden työvaihekapasiteetit kuvan 12 mukaiset.





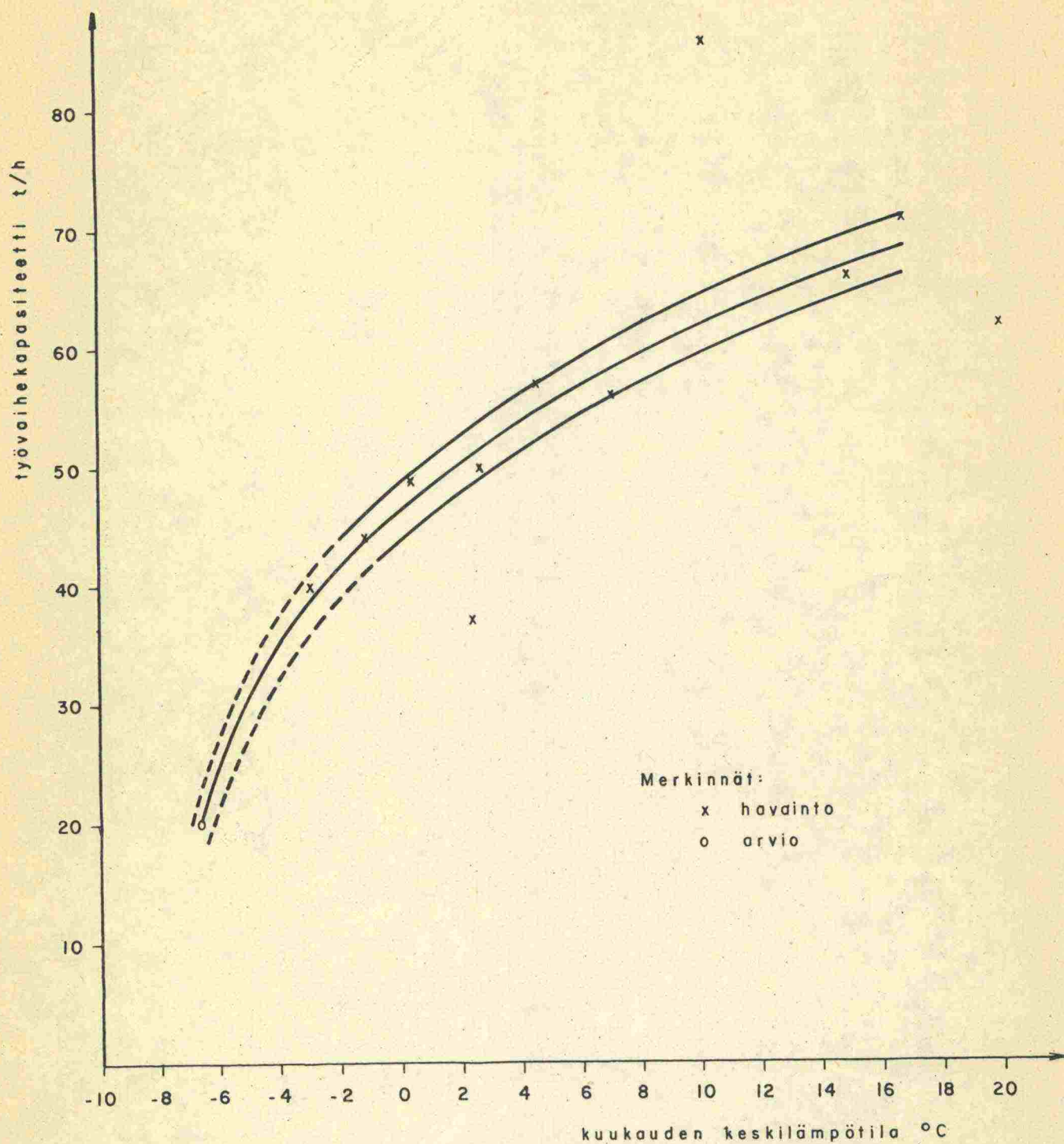
**Kuva 12:** Keskimääräinen työvaihekapasiteetti ja lämpötila eri kuukausina Helsinki - Lahti moottoritietöyömaalla bitumisoran valmistuksessa / 1,9/.

Kuvan 12 kapasiteetti-arvot kuvaavat keskimääräistä tilannetta. Maalis-huhtikuussa vuonna 1973 oli keskimääräinen työvuorokapasiteetti 296 t/pv pienimmän päivätuotannon ollessa vain 35 t. Kesäkuukausien keskimääräinen valmistusmäärä oli 740 t/pv.

Kuvassa 13 on esitetty Lahden moottoritietöyömaalla v. 1972 - 1973 saavutettu asfalttityöryhmän työvaihekapasiteetti vastaavana ajankohtana työmaan lähellä sijaitsevalla Helsingin lentoasemalla mitattujen kuukauden keskilämpötilojen funktiona. Käyrän arvoja voidaan soveltaa määrittäessä likimääräisesti työryhmän työvaihekapasiteettia bitumisoran- ja asfalttibetonimassojen valmistuksessa. Kapasiteetti riippuu tietysti myös monesta muusta tekijästä kuin lämpötilasta, kuten koneiston kunnosta ja kosteudesta kuten edellä on selvitetty. Käyrässä on huomioitu keskeytysten aiheuttamat vähennykset.

Koska öljysoraa valmistettaessa kiviainesta ei normaalisti kuumenneta, on sen oltava sulaa. Keväällä levitettävä massa voidaan valmistaa varastoon jo syksyllä.





**Kuva 13:** Asfalttiaseman työvaihekapasiteetin riippuvuus kuukauden keskilämpötilasta Lahden moottoritietäyömaalla (lokakuu 1972...joulukuu 1973). Asfalttiaseman nimellisteho 100 t/h. /1, 9/



### 3.32 Kuljetus

Massan kuljetuskustannukset määräytyvät painon ja kuljetusmatkan mukaan. Taajama-alueilla on yksikköhintataksa (mk/t) valtion töissä n. 15...25 % korkeampi kuin maaseudulla. Normaalin tonnitaksan lisäksi suoritetaan itse työkiertoon kuulumattomasta odotusajasta, joka aiheutuu konerikoista, hukkamassoista, sääolosuhteista yms., erillisen seisonnataksan mukainen korvaus / 4 /. Kuljetuskustannukset arvioidaan marraskuusta huhtikuun alkuun 25 % kesäarvoja korkeammaksi / 1 /.

### 3.33 Levitys ja tiivistäminen

Kylmänä vuodenaikana voidaan lumenpoistoon ja pinnan tiivistykseen joutua varaamaan ylimääräinen tiehöylä ja jyrä. Jyräkalustoa joudutaan lisäämään myös levitettäessä asfalttibetoni kahtena kerroksena. Mikäli levittimessä käytetään kuumenninta viereisen kaislan reunan kuumentamiseen, lisää se luonnollisesti päällysteen hintaa.

## 4. Töiden laatu

### 4.1 Massan laatu

Suoritettujen kokeiden perusteella voidaan todeta, että kylmä sää ei estä hyvälaatuisen asfalttimassan valmistamista. Tämä edellyttää vain olosuhteiden huomioon ottamista massan valmistuksen työtekniikassa / 1 /.

### 4.2 Massamäärä, tyhjätila ja lujuus

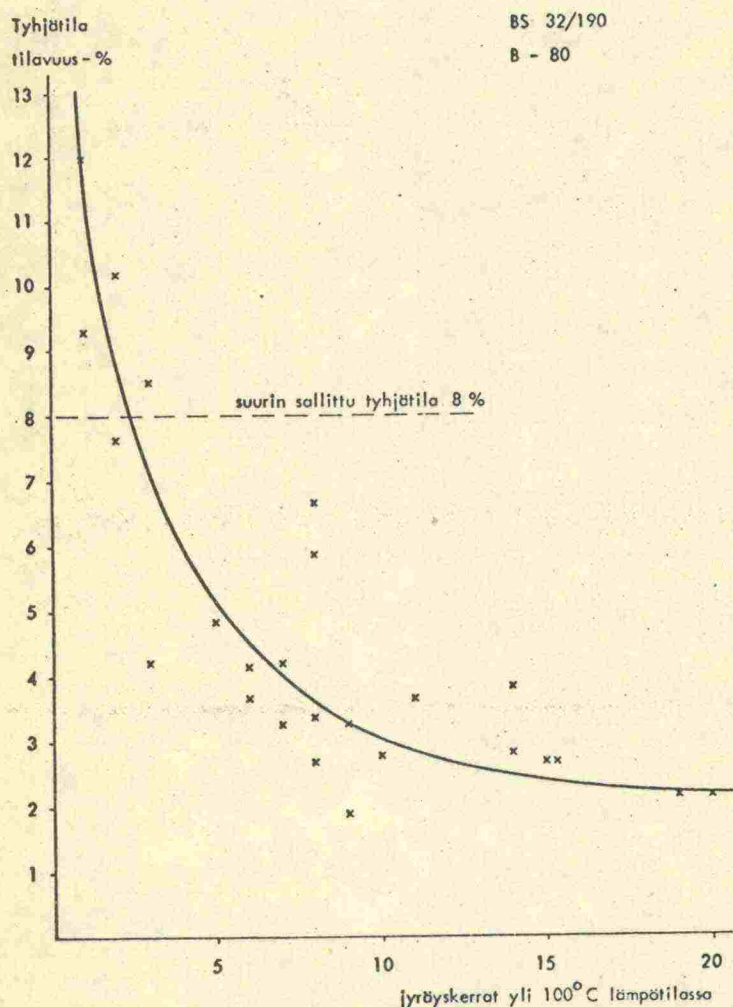
VTT:n talviasfalttikokeissa / 1 / tutkittujen koepäällysteiden bitumipitoisuuden, massamäärän ja tyhjätilan keskiarvot olivat hyvin lähellä kesän 1973 keskiarvoja ja osoittivat näiden maaliskuun huhtikuussa suoritettujen päällystysten onnistuneen hyvin. Myös vuonna 1972 määrälle alustalle levitetyistä koepäällysteistä



saatiin varsin hyvät arvot tyhjätilalle ja Marshall-stabiliteetille, jotka vastasivat kesän vastaavia arvoja.

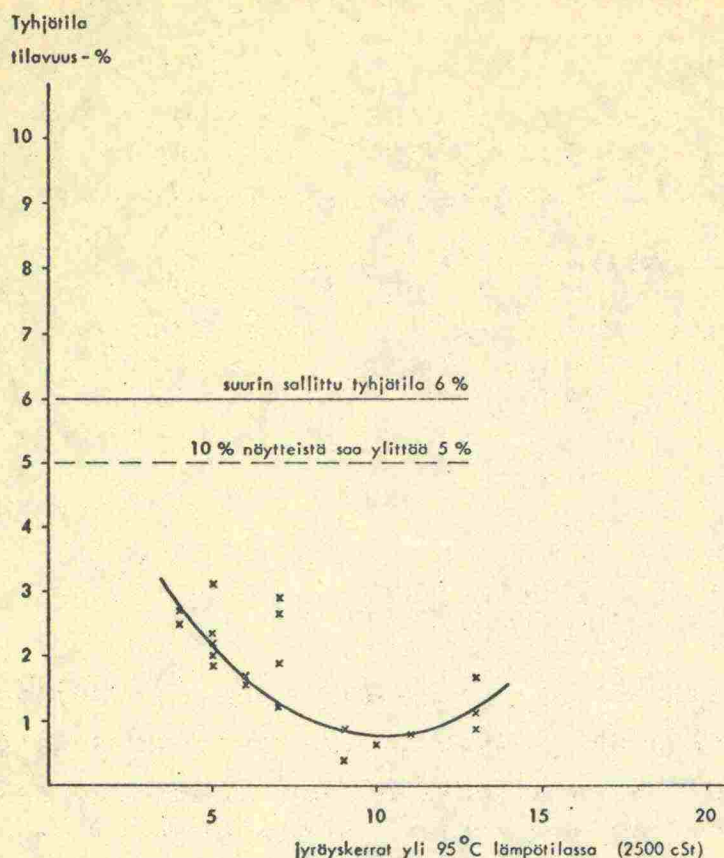
Kuva 14 osoittaa, että koepäällysteillä oli bitumisoran tyhjätilan hajonta melko suuri. Korkeat tyhjätila-arvot on saatu silloin, kun tiivistäminen on ollut vähäistä ja kun massa on laskettu kahdena kerroksena. Jälkimmäisessä tapauksessa on huonoihin tiivistysarvoihin ollut syynä lämpötilan nopea lasku.

Kuvan 15 mukaan olivat asfalttibetonin tyhjätila-arvot riittävän alhaisia ja niiden hajonnat pieniä. Sekä bitumisoran että asfalttibetonin jyräyksessä saatiin siten 5...6:lla tiivistyslämpötilassa suoritettulla jyräyksellä riittävä tiiviys ja kymmenen jyräyskerran jälkeen ei tapahtunut enää merkittävää tiivistymistä. Tämä vastaa valssijyrällä hyvissäkin olosuhteissa saatuja tuloksia.



Kuva 14: Bitumisoran BS 32/190 tiivistäminen 8 t valssijyrällä ja vastaavat tyhjätilat. 3 mittauspistettä /3 /.





**Kuva 15:** Asfalttibetonin Ab 20/120 tiivistäminen 8 t valssiyrällä ja vastaavat tyhjätilat. 3 mittauspistettä /3 /.

#### 4.3 Saumat ja tarttuvuus alustaan

Talvella 1973 suoritetuissa päällystyskokeissa ei tutkittu sauman laatua eikä tarttuvuutta alustaan. Keväällä 1972 märälle alustalle levitetyissä asfalttibetoni- ja bitumisorapäällysteissä oli saumojen teossa onnistuttu hyvin: saumanäytteiden tunnuslukujen keskiarvot olivat varsin lähellä kesän 1971 arvoja.

Asfalttimassan tarttuminen märkään alustaan on tunnetusti huono. Myös kevään 1973 kokeissa saatiin samansuuntaisia tuloksia, sillä vain yksi 24:stä asfalttibetoninäytteestä oli tarttunut märkään bitumisora-alustaan.



#### 4.4 Päällysteen ulkonäkö ja tasaisuus

Kokemuksen perusteella voidaan odottaa, että kylmänä vuodenaikana rakennettuun päällysteeseen syntyy normaalia enemmän ulkonäkövirheitä.

Alustan heikko kantavuus aiheuttaa verkkohalkeamia ja saattaa olla syynä myöhemmin syntyviin epätasaisuuksiin. Levittimen painuminen alustaan johtaa luonnollisesti epätasaiseen lopputulokseen. Kostean alustan on todettu aiheuttavan myös sideaineen pintaanousua.

Päällysteen nopea jäähtyminen lyhentää jyräykseen käytettävissä olevaa aikaa ja liian kylmän massan jyrääminen aiheuttaa päällysteeseen helposti verkko- ja hiushalkeamia tai repii pintaa. Massan levityslämpötilan poikkeuksellinen vaihtelu aiheuttaa myös karkeutusvirheitä.

Raaka-aineiden syötössä tapahtuvat keskeytykset sekä annosteluvirheet aiheuttavat lajittumia, hiushalkeamia, sideaineläikkii, repimistä sekä sauman liima-aineen pintaannousua. Lajittumat puolestaan saattavat olla syynä päällysteeseen syntyviin reikiin tai purkautumiin. Levitystyössä tapahtuvat keskeytykset aiheuttavat työsaumoja ja epätasaisuuden lisääntymistä.

#### 4.5 Laatuheikkouksista koituvat kustannukset

Kuten aikaisemmin ilmeni, ei päällyste talvikokeilujen yhteydessä tarttunut sidottuun märkään alustaan. Levityksestä märälle alustalle seuraa siten ilmatilan jääminen kerrosten väliin. Kuitenkin levitettävä massa muotoutuu lähes alustan pinnan mukaiseksi. Huonosta tarttuvuudesta ei siis ole alkuaikoina haittaa. Pintaan muodostuu kuitenkin halkeamia, joista vesi pääsee kerrosten väliin ja seurauksena on viimeistään pakkasten aiheuttamana epätasaisuutta ja halkeamia. Mikäli levitettävä massa ei tartu alustaansa, voidaan olettaa, että päällysteen ikä jää lyhyemmäksi kuin massan tarttuessa alustaansa. Halkeamien ja kuoppien korjaus aiheuttaa lisääntyviä kunnossapitokustannuksia. Päällysteen vuosikustannus-

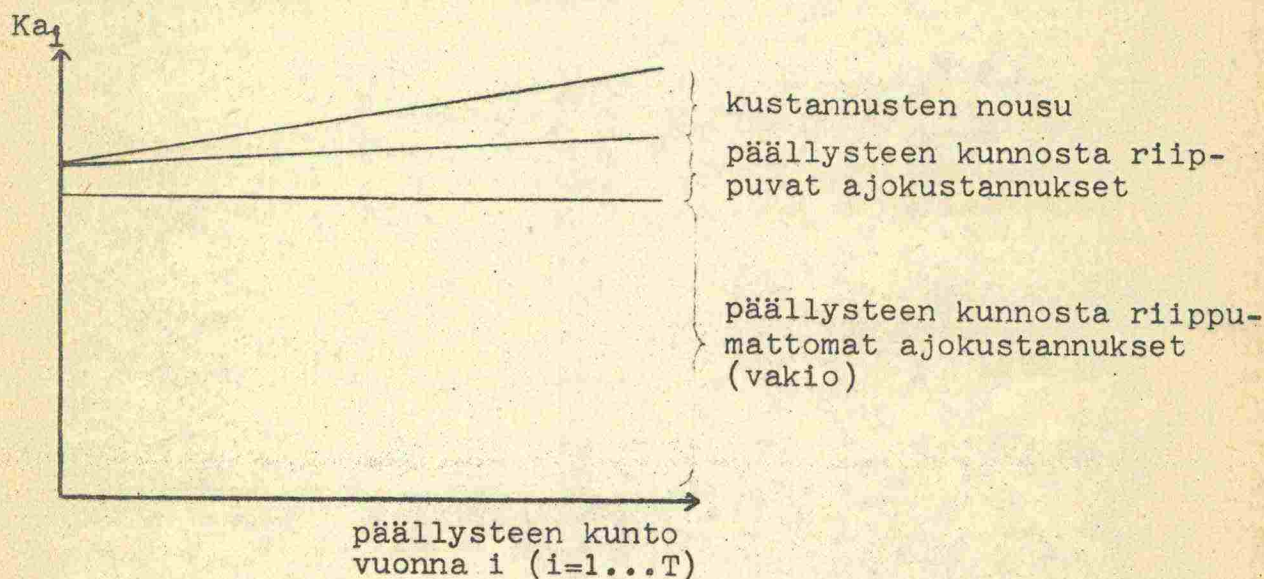


ten voidaan olettaa kasvavan selvästi.

Heikkolaatuinen päällyste kuluu nopeasti ja lisää siten kunnossapitokustannuksia. Huonokuntoinen ja kulunut päällyste hidastaa ajoneuvojen nopeuksia ja kuluttaa ajoneuvoja sekä saattaa aiheuttaa onnettomuusriskejä. Toisaalta saattaa nopeuksien lasku myös vähentää onnettomuuksia ja polttoaineen kulutusta. Tien muuhun tekniseen tasoon nähden liian korkealuokkainen päällyste houkuttelee helposti liian suuriin nopeuksiin lisäten onnettomuusriskiä.

Päällysteen vuosikustannus saadaan laskemalla yhteen toteuttamisajankohtaan diskontatut rakennus-, ajo- ja kunnossapitokustannukset ja jakamalla ne päällysteen käyttöajalla.

Koska ajokustannusten määrittämismenetelmissä otetaan nykyään päällysteestä huomioon vain laatu (kestopäällyste, öljysora, savisora) muttei sen kuntoa, eivät ne sovellu käytettäväksi tutkittaessa määrätyn tieosan ajokustannusten muuttumista päällysteen kunnan heikentyessä. Toisaalta muodostanevat vain päällysteen kunnosta riippuvat kustannukset suhteellisen pienen osan tien kaikista ajokustannuksista (kuva 16).



**Kuva 16:** Päällysteen kunnan vaikutus ajokustannuksiin (schemattisesti)



Laatuheikkouksista koituvia kustannuksia voidaan arvioida tutkimalla paljonko päällysteen vuosikustannus muuttuu, kun sen kestoikä laskee  $T_1$ :stä  $T_2$ :een. Edellä mainituista syistä rajoitetaan käsittely koskemaan vain tiekustannuksia.

Kun lasketaan rakennus- ja kunnossapitokustannusten keskimääräinen muutos (%) käyttövuotta kohden, voidaan tiekustannusten muutos määrätä.

Alueittaiset rakennuskustannukset Etelä-, Keski- ja Pohjois-Suomessa voidaan laskea kuvien 22 ja 23 perusteella.

Toimenpideohjelman 1978 - 1982 mukaan ovat kestopäällysteen kunnossapitokustannukset Etelä-Suomessa noin 30...40 % ja Pohjois-Suomessa noin 10 % korkeammat kuin Keski-Suomessa (KVL = 500...6000 ajon/vrk; v. 1977 arvioitu hintataso). Alueittaisia kustannuksia alentavat mm.

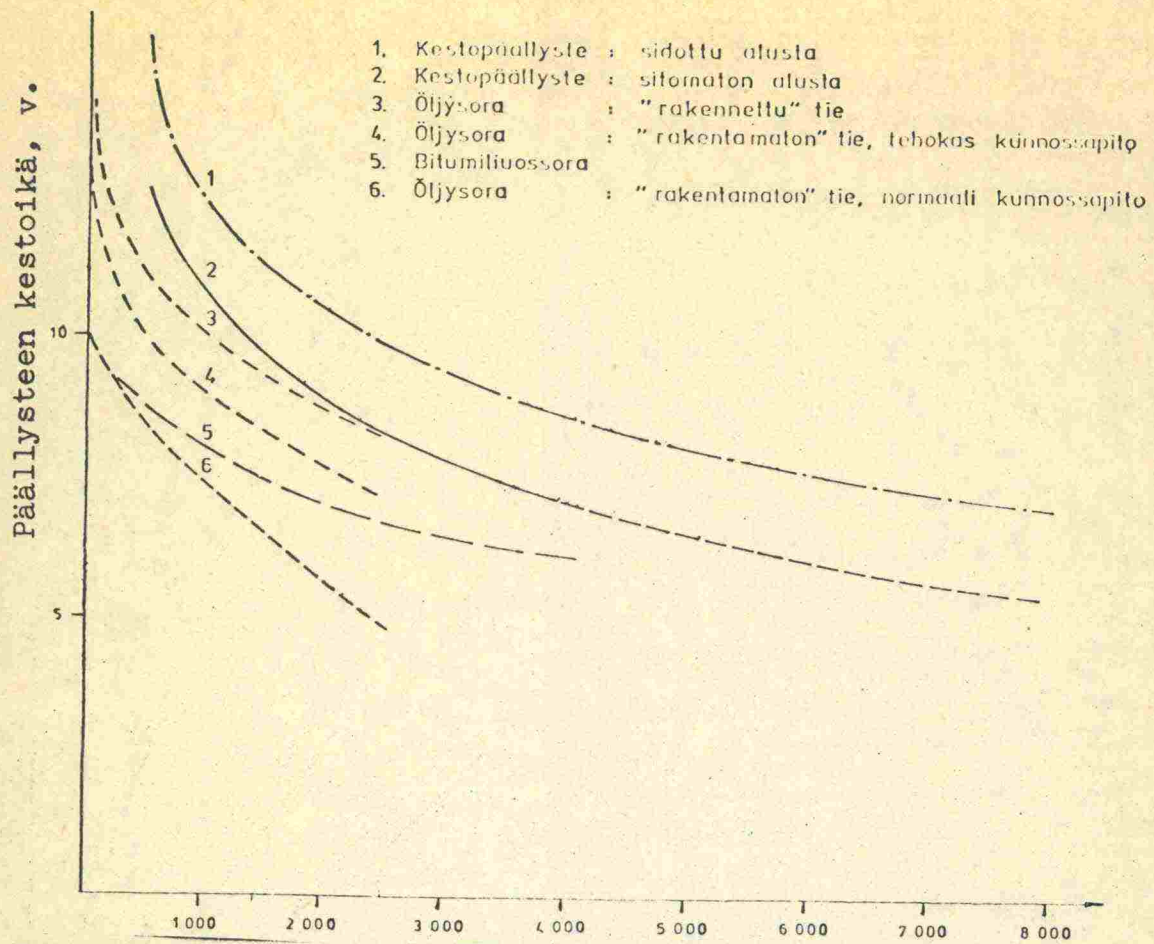
- pitkä talvi ja vähäinen suolan käyttö
- pieni nastarengaskulutus
- vähäiset liikennemäärät
- nuori päällystekanta
- vaiherakentaminen.

#### Esimerkki:

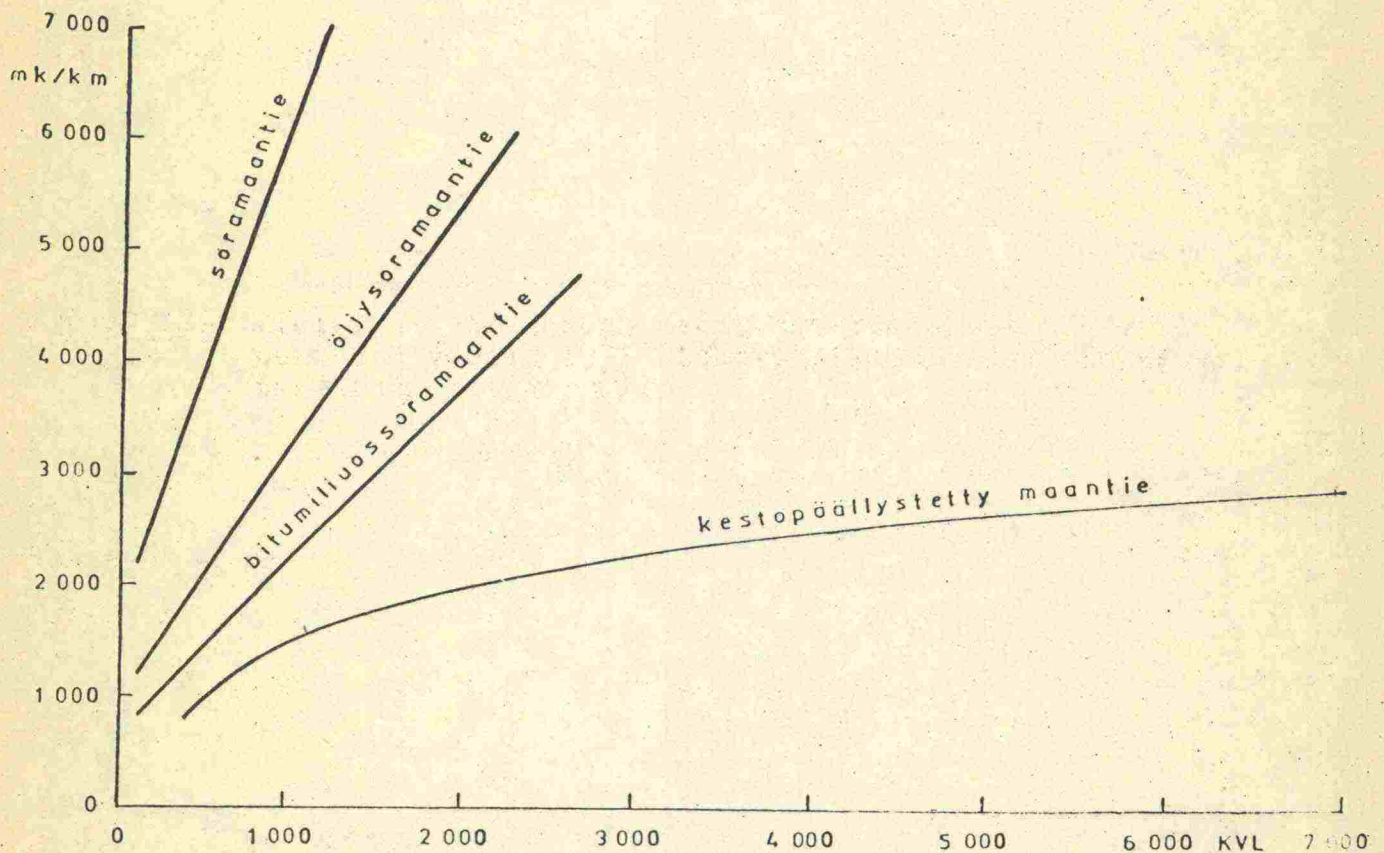
Lasketaan paljonko asfalttibetonipäällysteen keskimääräiset vuotuiset tiekustannukset muuttuvat, kun oletetaan, että kesällä valmistettu päällyste kestää yhdeksän vuotta ja epäedullisissa olosuhteissa tehdyn vastaavan päällysteen kestoikä lyhenee yhden tai kolme vuotta ja sen rakennuskustannukset ovat 20 % normaalia suuremmat. (VTT:n tutkimuksen /1/ mukaan joulukuussa tehty päällyste oli jopa 30 % kesäasfaltointia kalliimpaa).

Päällysteen koko käyttöajalta laskettu kestopäällysteen keskimääräinen kunnossapidon vuosikustannuksen muutos saadaan kuvasta 19. Kustannuskäyrät on piirretty kuvien 17 ja 18 perusteella arviomalla sekä liikenteen kasvu että kustannustason nousu viideksi prosentiksi vuotta kohden. Diskonttauskorkona on pidetty 7,5 %. Käyrät on piirretty olettaen, että päällysteen kestoikä lyhenee kuvan 17 mukaisesta (normaalitapaus) yhden tai kolme vuotta. Päällysteen kunnan vaikutus kustannuksiin on huomioitu olettamalla, että kunnossapitostandardin TVH 7.292/3500 mukaiset paikkausmäämäärät säilyvät muuttumattomina, mutta jakaantuvat lyhyemmälle ajanjaksolle päällysteen kestoian lyhetessä.



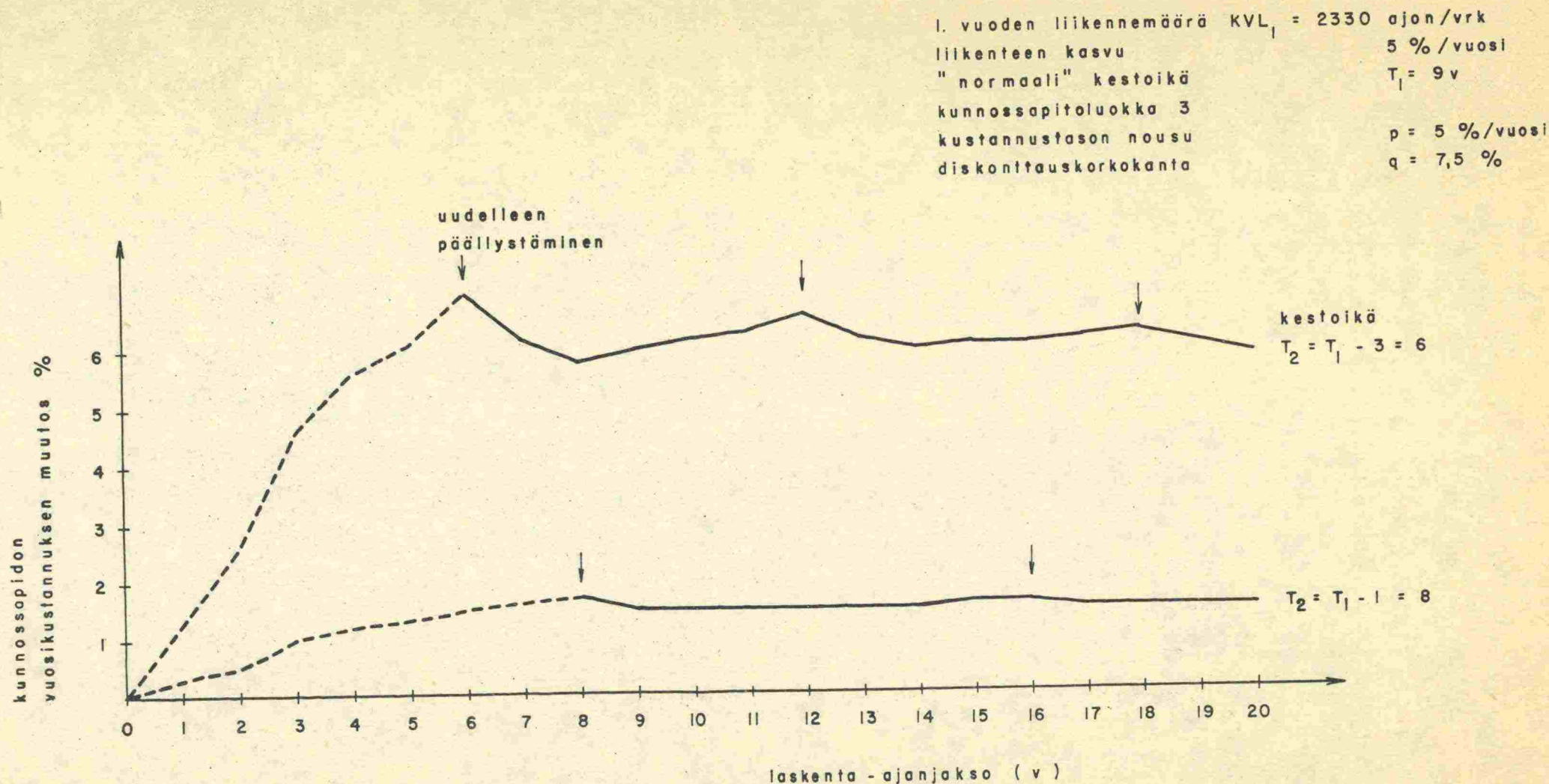


Kuva 17: Päällysteen kestoikä-  
käyrät / 6 /.



Kuva 18: Yleisten teiden kunnossapitokustannukset päällystetyypeittäin vuoden 1971 hinnoin (ilman uudelleenpäällystyskustannuksia) / 6 /.





Kuva 19: Kestopäällystetyn maantien kunnossapidon keskimääräisen rakentamisajankohtaan ( $t = 0$ ) diskontatun vuosikustannuksen muutoksen (päällysteen kestoian lyhentyessä yhdeksästä vuodesta yhden tai kolme vuotta) riippuvuus laskenta-ajanjakson pituudesta. (vuoden 1975 hintataso).



Taulukossa 4 on esitetty eripituisille laskenta-ajoille ( $m = 10 \dots 20$  v) lasketut vuosikustannusten muutokset päällysteen kestoajan lyhentyessä. Rakennuskustannusten on oletettu muodostavan 60 % ja kunnossapitokustannusten 40 % tiekustannuksista, mikä vastaa viime vuosien keskiarvoa.

Kun verrataan kahden eripituisen kestoajan omaavan päällysteen vuosikustannuksia pitkällä aikavälillä, aiheuttavat kummankin vaihtoehdon eri vuosille sijoittuvat uusimisajankohdat äkillisen muutoksen koko laskenta-ajalle jaettuihin rakennuskustannuksiin. Taulukon 4 eräiden laskenta-aikojen "ylisuuret" kustannusnousut selittyvät kummankin vaihtoehdon päällysteen uusimiskertojen erilaisilla lukumäärillä ko. laskenta-ajalla. Esitetyillä laskenta-ajoilla voidaankin käyttää kustannusten nousulle vallitsevaa arvoa: tiekustannusten nousu on n. 13 %, kun  $T_2 = 8$  v ja 20...35 %, kun  $T_2 = 6$  v.

Laskenta- aika m (v)	$T_2 = 8$ v			$T_2 = 6$ v		
	Rak.kust. nousu/v %	Kp.kust. nousu/v %	Tiekust. nousu/v %	Rak.kust. nousu/v %	Kp.kust. nousu/v %	Tiekust. nousu/v %
10	21	2	13	22	6	19
11	21	2	13	22	6	19
12	21	2	13	22	6	19
13	21	2	13	49	6	35
14	21	2	13	49	6	35
15	21	2	13	49	6	35
16	21	2	13	49	6	35
17	46	2	28	49	6	35
18	46	2	28	49	6	35
19	22	2	14	45	6	33
20	22	2	14	45	6	33

Taulukko 4: Ab-päällysteisen maantien keskimääräisten vuotuisten tiekustannusten muutos, kun kestoikä lyhenee laatuheikkousten vuoksi yhdeksästä kahdeksaan tai kuuteen vuoteen.

Käytetyt lähtötiedot:

$T_1 = 9$  v

$T_2 = 8$  v,  $T_2 = 6$  v

Kustannusten nousu = 5 %/v

Diskonnttauskorko = 7,5 %

Jäännösarvoprosentti = 60 %

1. vuoden  $KVL_1 = 2330$  ajon/vrk

Liikenteen kasvu 5 %/v

Kunnossapitoluokka 3

Kr : Kp = 0,6 : 0,4

(Rak.- ja kp.-kustannusten suhde)



## 5. Päällystyskauden pitentäminen

### 5.1 Töiden ajoitus

Päällystystöistä voidaan siis BS- ja ÖS-päällysteitä tehdä nykyistä pitempänä ajanjaksona. Samaten voidaan täyssyväsfaltti-päällysteitä tehdä kylminä vuodenaikoina. Ab- ja ÖS-päällysteitä ei voida tehdä sidotulle alustalle, kun alusta on märkä. Kuukausittain voitaisiin päällystystyöt tehdä kuvan 21 mukaisesti.

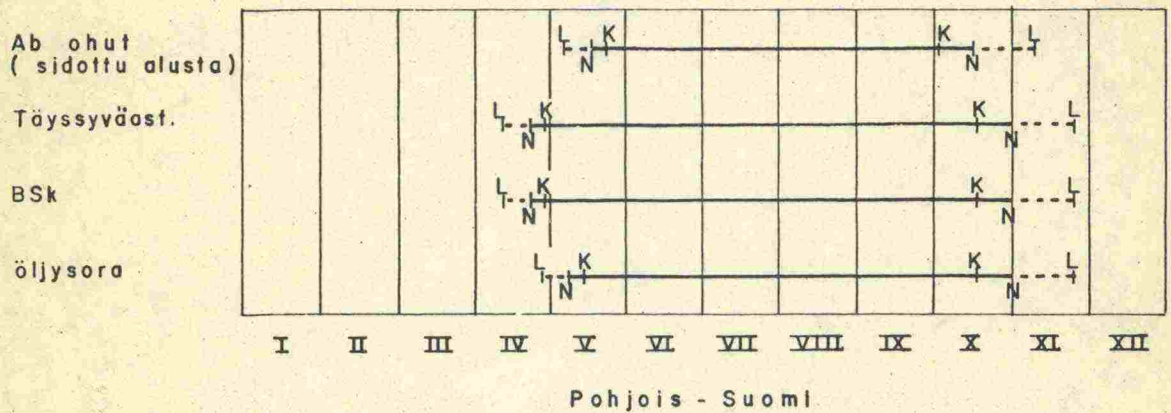
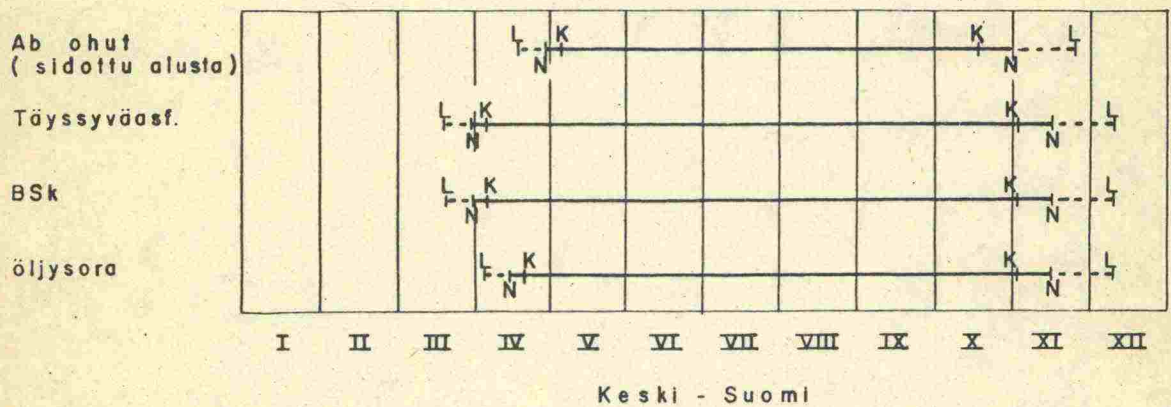
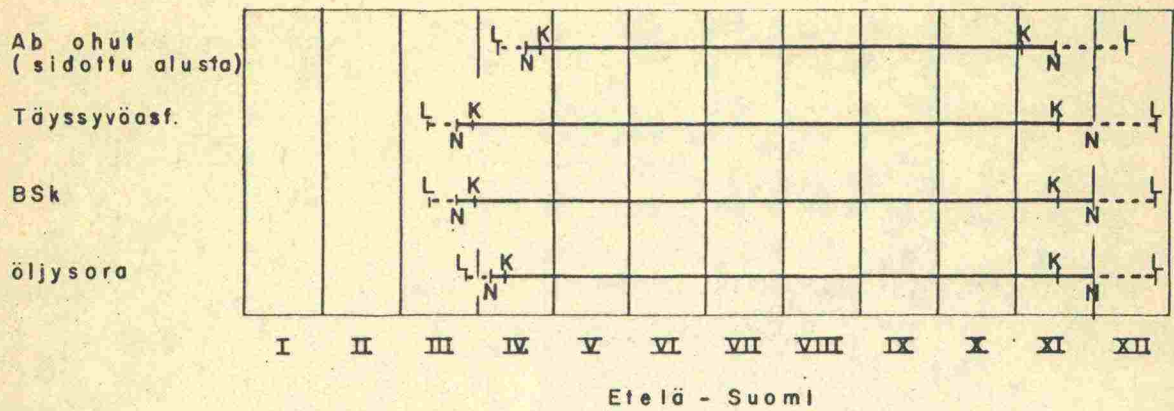
VTT:n tutkimuksessa todetaan, että päällystystöitä voidaan suorittaa Etelä-Suomessa jo maaliskuussa menestyksellisesti. Systemaattiseen Ab-päällysteiden tekemiseen ei liene kuitenkaan syytä ryhtyä huonon todennäköisen työtuloksen vuoksi ennen huhtikuuta. Muiden massatyypin levittäminen sen sijaan voidaan aloittaa jo maaliskuussa, kun päällystyskautta edeltää keskimäärin esiintyvä talvi. Pohjois-Suomessa aloitus tapahtuu noin kolme viikkoa myöhemmin kuin Etelä-Suomessa. Ohjeiden mukaan ei nykyään voida päällystystyötä suorittaa, jos ilman lämpötila on alle  $0^{\circ}\text{C}$ .

(Täys)syväsfalttirakenteita - samoin kuin paksuja BS- rakenteita - voitaneen kuitenkin levittää jopa  $-5^{\circ}\text{C}$  lämpötilassa. Työvaihekapasiteetit alenevat kuitenkin alhaisissa lämpötiloissa n. 30 - 70 % kesäarvoista.

Vastaavasti voidaan Etelä-Suomessa pitää marraskuuta todennäköisesti päällystykseen sopivana kuukautena. Ab-päällysteiden levitystä entiselle päällysteelle ei voida yleensä suorittaa pinnan todennäköisen märkyyden vuoksi marraskuun alkupuoliskon jälkeen.

Päällystyskauden pitentämistä joulukuuhun rajoittaa myös vuorokauden lyhyt valoisa aika. Riittävä valaistus saadaan noin 5 - 6 tunnin aikana. Kun otetaan lisäksi huomioon keskeytysten aiheuttamat tauot, jää tehokas päivittäinen työaika lyhyeksi.





merkinnät:

N = normaali eli aikavälin 1931 - 60 keskimääräinen talvi

N...K = normaalia kylmempi talvi ( 35 % todennäk. )

N...L = normaalia lauhempi talvi ( ——— " ——— )

Kuva 21: Päällystystöihin soveltuvat suoritusajat.



## 5.2 Vaihtoehdot

Päällystyskautta voidaan edellisen mukaan pitentää asfalttibeton-, bitumisora- ja öljysorapäällysteiden osalta. Kevät- ja syksypäällystämiseen soveltuvat parhaiten paksut kuumapäällysteet. Päällystystyöt voidaan suorittaa lämpö- ja sadeolosuhteiltaan keskimääräisenä vuonna suunnilleen kuvan 21 osoittamana ajanjaksona. Sääolosuhteiden suuret vuosittaiset eroavaisuudet vaikeuttavat kuitenkin suuresti töiden ajoitusta. Erityisesti tämä koskee urakoitsijoilla teetettäviä asfalttibetonitöitä.

Öljysorapäällysteet tehdään lähinnä piirien omina töinä. Sen vuoksi päällystyskauden pituuden vaihtelu sopisi juuri näiden töiden osalle esim. työllisyystöiksi. Öljysorapäällysteitä tehdään suureksi osaksi varatöinä rahoituksen mukaan. Näin ollen töiden ohjelmointi varsinkin keväällä aiheuttaa vaikeuksia päällystyskauden pitentämisessä, joten kauden jatkaminen soveltuisi syksyyn.

Päällystystöitä voidaan suorittaa esim. Etelä-Suomessa:

- BS-päällysteitä, kun keskimääräinen päivälämpötila nousee  $0^{\circ}\text{C}$ :een ja alusta sulaa. Päällystyksen aikana mahdollisesti satava lumi on poistettava ennen massan levitystä ja pinta on jyrättävä. Aloitusajankohta 15.3-1.4.
- Syväasfaltteja voidaan aloittaa jo ennen 15.3. Ohuet Ab-päällysteet levitetään vanhalle päällysteelle, jonka tulee olla lähes kuivaa ja jäätön riittävän tarttuvuuden saamiseksi alustaan.
- Öljysorapäällysteitä voidaan tehdä sitomattomalle alustalle tai vanhalle pinnalle. Ilman vähimmäislämpötila levitettäessä on  $0^{\circ}\text{C}$  ja sään on oltava sateeton. Aloitusajankohta 15.3-1.4.

BS-päällysteiden tekeminen aikaisin keväällä edellyttää, että alusta viimeistellään talvella tai edellisnä vuonna. Lisäksi on varmistauduttava, ettei roudasta ole haittaa. Öljysorapäällysteet joudutaan keväällä ja myöhään syksyllä tekemään joko varastoon



tehdystä massoista tai kuivattua kiviainesta käyttäen valmistetusta massasta. Normien mukaan on valmistukseen käytettävän kiviaineksen suurin sallittu kosteuspitoisuus 4 %, joka usein ylittyy keväällä varastokasoissa.

### 5.3 Vaikutukset kustannuksiin

Kun vuosittain on tehtävä määrätty, ohjelmien mukainen päällystystyö määrä, on luonnollista, että jos siitä osa tehdään epäedullisissa olosuhteissa, nousee päällysteen yksikkökustannus.

Päällystyskauden pitentyessä voitaisiin samoilla kone- ja työvoimaresursseilla valmistaa enemmän päällystettä kuin nykyään. Kun työmäärät eivät kuitenkaan kasva ja urakoitsijoilla on riittävästi kapasiteettia myös nykyisten ohjelmien mukaiseen työn ajoitukseen, saavutettaisiin kiinteiden (koneiden korjaus-, kor-ko-, kuoletus-, keskusjohto- ym.) kustannusten osalta säästöä vain, mikäli kaluston määrää voidaan vähentää. Kauden pitentäminen ei sinänsä kuitenkaan pienennä kalustotarvetta, lähinnä siihen vaikuttaa kesän korkeiden työmäärähuippujen tasaaminen. Kylmänä vuodenaikana normaalisti tarvittava lisäkalusto ei myöskään lisää kiinteitä kustannuksia merkittäväksi; esim. reunan lämmittämiseen käytettävä infrapunakuumennin lisää asfalttityöryhmän kiinteitä vuosikustannuksia n. 0,5 %.

Vaikeahkosti arvioitavissa ovat ne liikennekustannusten säästöt, jotka saavutetaan, kun loppusyksyllä valmistuva ja vain päällystettä vailla oleva tieosa ehditään päällystää ja avata liikenteelle kauden pitentymisen ansiosta ennen talven tuloa. Liikenteelle avaamistahan on mahdollista nopeuttaa myös rakentamisaikataulua kiristämällä.

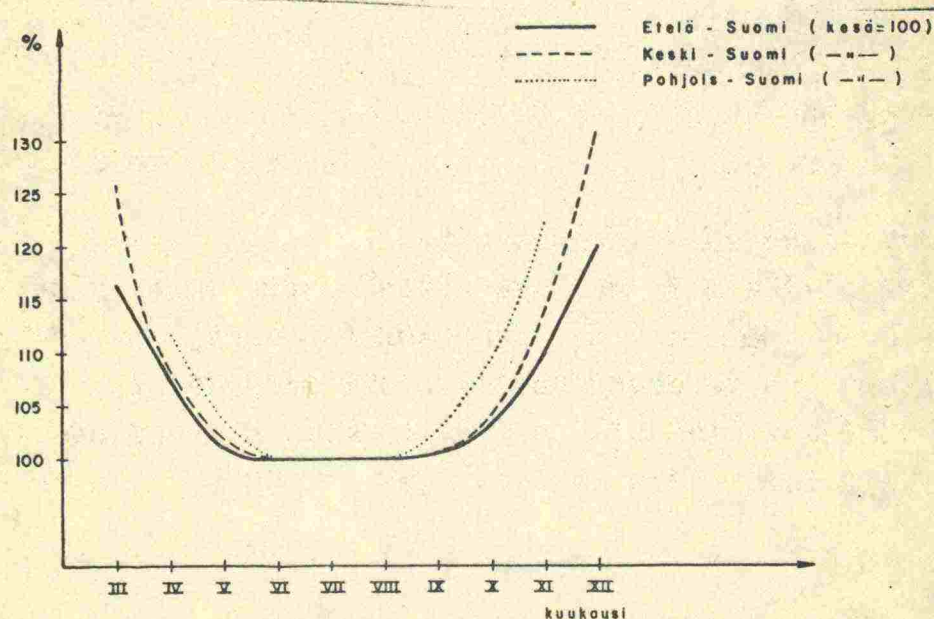
Päällysteen laatuheikkouksista johtuvaa kustannusten nousua on käsitelty edellä kohdassa 4.5. Varhaiskevään ja myöhäissyksyn epäedulliset sääolosuhteet aiheuttavat asfalttityöryhmän kapasiteetin laskua, mikä nostaa päällysteen yksikkökustannuksia. Samaan suuntaan vaikuttaa työpäivän lyheneminen alle kahdeksan tunnin, lisähenkilöstön tarve, kuljetuskustannusten talvilisä sekä sähkönkulutuksen ja lämmityskustannusten nousu. Kesällä nostavat palkkakustannuksia jonkin verran ylityökorvaukset.



Seuraavissa taulukoissa on esitetty kuumasekoitteisten päällysteiden eräät muuttuviin yksikkökustannuksiin vaikuttavat tekijät sekä kustannusten suuruus verrattuna kesällä suoritettavien töiden kustannuksiin Etelä-, Keski- ja Pohjois-Suomessa. Laskelmassa on oletettu asfalttimiehen keskimääräiseksi tuntipalkaksi 14 mk. Työnantajan sosiaalikustannukset ovat 44,35 % palkasta ja päivärahan suuruus on Lapissa 39 ja muualla Suomessa 37 mk (v. 1975 hintataso). Raaka-ainekustannusten on oletettu säilyvän riippumattomina vuodenajasta. Muuttuvien kustannusten jakautumaa / 2 / alakustannuksiin pidetään paikkakunnasta ja vuodenajasta riippumattomana.

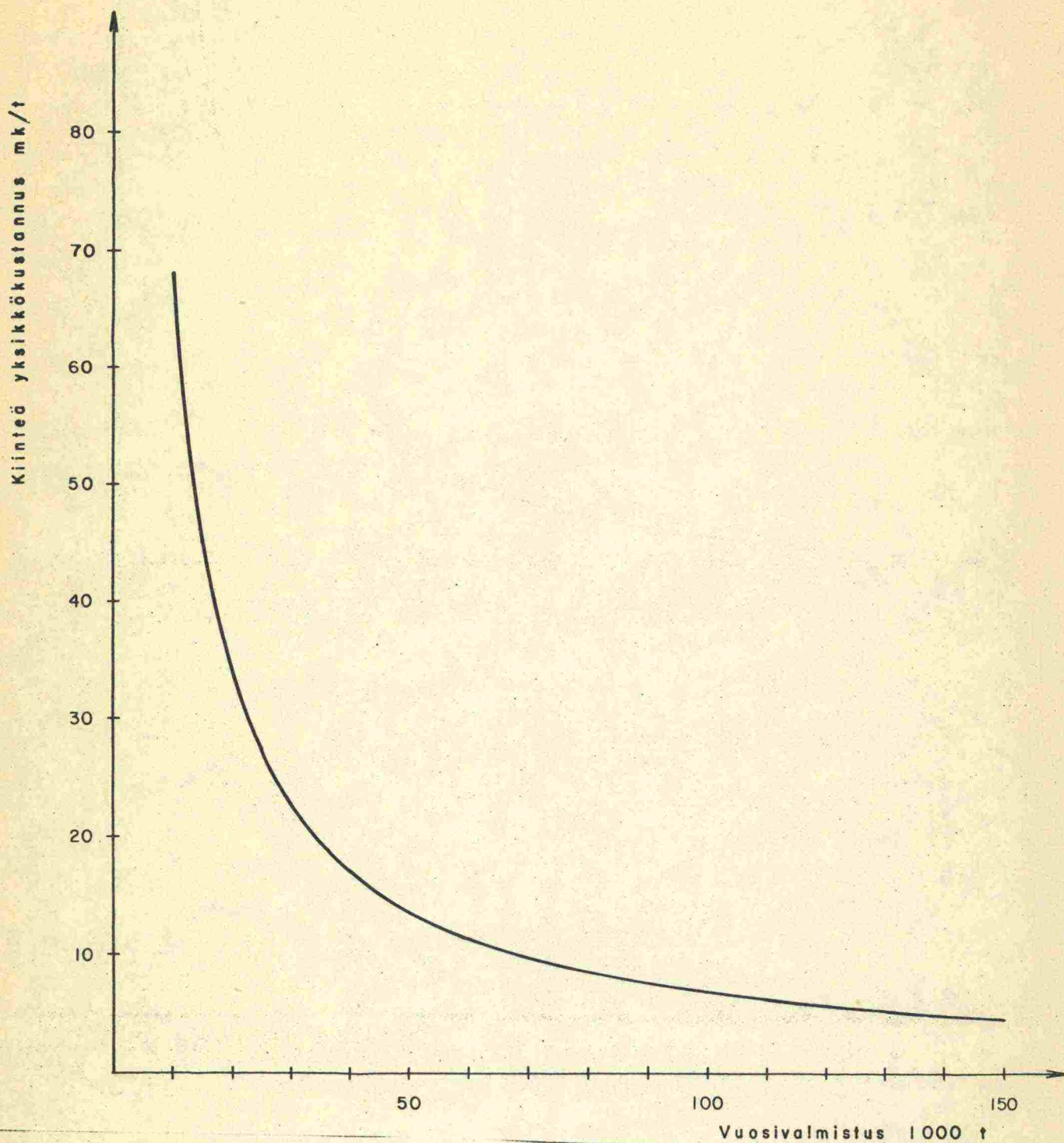
Muuttuvien kustannusten kehitystä havainnollistaa kuva 22. Kustannukset alkavat nousta Etelä- ja Keski-Suomessa nopeasti lokakuun loppupuolella, Pohjois-Suomessa jo syyskuun puolessa välissä. Keväällä päästään lähelle kesän yksikköhintoja Etelä- ja Keski-Suomessa toukokuun puolen välin tienoilla, Pohjois-Suomessa paria viikkoa myöhemmin.

Kuva 23 esittää kiinteiden yksikkökustannusten pienenemistä päällystemassan vuosivalmistuksen kasvaessa, kun kiinteät (koneiden korko-, poisto-, korjaus-, keskusjohto- ym.) vuosikustannukset ovat 680 000 mk. Vuonna 1975 oli TVL:n töissä käytettyjen, nimelliskapasiteetiltaan 100 t/h asfalttiasemien (12 kpl) keskimääräinen vuosivalmistus noin 40 000 t. Näin saadaan kiinteiksi yksikkökustannuksiksi keskimäärin 17 mk/t.



**Kuva 22:** Asfalttipäällysteen muuttuvat yksikkökustannukset %:na kesän keskimääräisistä arvoista vuodenajasta ja sijaintipaikkakunnasta riippuen. Käyrä perustuu taulukoiden 5 ja 6 lukuihin.





**Kuva 23:** Asfalttibetonin valmistuksen kiinteiden yksikkökustannusten (mk/t) riippuvuus vuosivalmistuksesta (kiinteät kustannukset 680 000/v, v. 1975 hintataso, asfalttiaseman nimelliskapasiteetti 100 t/h).



<u>Etelä-Suomi</u>	III	IV	V	VI - VIII	IX	X	XI	XII
kuukauden keski- lämpötila (°C)	-4	+2	+9	+15	+10	+4	0	-4
työtunnit (h/pv)	8	9	10	10	9	8	7	6
työvaihekap. (t/h)	35	50	61	67	62	54	46	35
viikkosaavutus (t)	1400	2250	3050	3350	2790	2160	1610	1050
henkilöstö (lkm)	22	20	20	20	20	20	20	22
palkat (mk/t)	15,6	10,2	8,5	7,7	8,2	9,2	11,1	16,6
<u>Keski-Suomi</u>								
kuukauden keski- lämpötila (°C)	-6	+1	+7	+14	+9	+3	-2	-6
työtunnit (h/pv)	8	9	10	10	9	8	7	6
työvaihekap. (t/h)	24	48	58	66	61	52	42	24
viikkosaavutus (t)	960	2160	2900	3300	2745	2080	1470	720
henkilöstö (lkm)	22	20	20	20	20	20	22	22
palkat (mk/t)	22,8	10,6	8,9	7,9	8,3	9,6	13,4	24,2
<u>Pohjois-Suomi</u>								
kuukauden keski- lämpötila (°C)	-8	-2	+5	+13	+7	0	-5	-9
työtunnit (h/pv)	-	8	9	10	9	8	6	-
työvaihekap. (t/h)	-	42	55	65	58	46	30	-
viikkosaavutus (t)	-	1680	2475	3250	2610	1840	900	-
henkilöstö (lkm)	-	22	20	20	20	20	22	-
palkat (mk/t)	-	13,1	9,3	8,0	8,9	10,9	19,6	-

Taulukko 5: Eräät kuumapäällysteen muuttuviin yksikkökustannuksiin vaikuttavat tekijät (asfalttiaseman nimelliskapasiteetti 100 t/h, v. 1975 hintataso).



	osuus %	% kesän arvoista							
		III	IV	V	VI - VIII	IX	X	XI	XII
<u>Etelä-Suomi</u>									
Aineet									
Raaka-aineet	69,8	100	100	100	100	100	100	100	100
Polttoöljy	5,1	150	125	100	100	100	125	150	200
Sähkö	1,2	160	120	100	100	100	100	140	160
Palkat	10,1	202	132	110	100	106	119	143	214
Kuljetus	10,9	125	125	100	100	100	100	125	125
Muut	2,9	100	100	100	100	100	100	100	100
Muuttuvat kustan- nukset yhteensä	100	116	108	101	100	101	103	110	120
<u>Keski-Suomi</u>									
Aineet									
Raaka-aineet	69,8	100	100	100	100	100	100	100	100
Polttoöljy	5,1	160	130	105	100	100	130	170	220
Sähkö	1,2	170	135	105	100	100	125	150	170
Palkat	10,1	290	135	114	100	106	122	170	308
Kuljetus	10,9	125	125	100	100	100	100	125	125
Muut	2,9	100	100	100	100	100	100	100	100
Muuttuvat kustan- nukset yhteensä	100	126	108	102	100	101	104	114	131
<u>Pohjois-Suomi</u>									
Aineet									
Raaka-aineet	69,8	-	100	100	100	100	100	100	-
Polttoöljy	5,1	-	140	135	100	130	150	180	-
Sähkö	1,2	-	150	115	100	105	140	165	-
Palkat	10,1	-	163	116	100	110	136	244	-
Kuljetus	10,9	-	125	100	100	100	125	125	-
Muut	2,9	-	100	100	100	100	100	100	-
Muuttuvat kustan- nukset yhteensä	100	-	112	104	100	103	109	122	-

Taulukko 6: Kuumapäällysteen muuttuvat yksikkökustannukset (mk/t) kuukausittain %:na kesän vastaavista arvoista.



Työnantajan työvoimakustannusten (maksettujen palkkojen mk/t) kehitystä voidaan tarkastella taulukon 5 perusteella. Keväällä ja syksyllä nostaa kustannuksia lähinnä keskeytysten määrän kasvu ja työvaihekapasiteetin aleneminen. Asfalttitoiden kausiluontoisuudesta huolimatta ei asfalttialan työntekijöiden keskituntiansio ole viime vuosina ollut rakennusalan (esim. talonrakennus) muiden työntekijöiden palkkatasoa korkeampi/10/.

Päällystystöiden tasaisempi jakautuminen eri kuukausille ja päällystyskauden pitentäminen tasoittaisi työvoimatarpeen vaihteluita ja loisi pitempiaikaisia työpaikkoja. Se olisi sinänsä edullista asfalttialan rakennuttajien, urakoitsijoiden ja työntekijöidenkin kannalta. Kun toimintaa ei kuitenkaan saada ympäri vuoden tasaisesti jatkuvaksi, saavutettava hyöty jää osittaiseksi ja kestoltaan lyhyehköksi.

Tarkasteltaessa töiden epätasaisen jakautuman vaikutusta kustannuksiin on kuitenkin otettava huomioon, että varain- ja työvoiman käyttöä voidaan tasata myös rakennusalan muiden sektoreiden puitteissa, kuten nykyään tehdäänkin. On olemassa runsaasti rakennustöitä, jotka voidaan ilman suurempaa haittaa tehdä myös talvella. Tällaisia ovat esim. louhinta- ja murskaustyöt, tien sitomattomien kerrosten tekeminen sekä sillan- ja talonrakennus. Päällystyskauden pitentämisellä saavutettava hyöty syntyviin haittoihin verrattuna jää näin ollen kyseenalaiseksi verrattuna muihin vaihtoehtoihin.



## 6. Yhteenveto

Tutkimuksen tavoitteena on ollut selvittää, onko Suomessa tekniset edellytykset ja taloudellisesti tarkoituksenmukaista pidentää päällystyskautta keväällä ja syksyllä. Tutkimus perustuu lähinnä valtion teknillisen tutkimuskeskuksen tekemistä talviasfaltointikokeista saatuihin tuloksiin.

Tehtyjen selvitysten perusteella näyttää päällystyskauden pidentäminen keväällä ja syksyllä muutamalla viikolla sääolosuhteiltaan keskimääräisenä vuonna olevan teknisesti mahdollista. Seurauksena epäedullisissa olosuhteissa suoritetuista päällystystöistä olisi kuitenkin kustannusten nousu sekä todennäköisesti päällysteen kestoajan lyheneminen. Sääolojen suuri vuotuisen vaihtelu vaikeuttaisi lisäksi merkittävästi töiden ajoitusta suunnitteluvaiheessa ja johtaisi suoritusaikojen muutoksiin. Tärkein kauden pidentämisellä saavutettava etu olisi työvoima- ja rahoitustarpeen tasoittuminen.

Saavutettavien etujen lyhytaikaisuuden ja syntyvien haittojen vuoksi asetetaan selvityksen johtopäätöksissä kyseenalaiseksi kauden pidentyessä syntyvä hyöty verrattuna nykyisen käytännön mukaiseen vaihtoehtoon, jolloin työvoiman käyttöä ja rahoitustarvetta tasoitetaan rakennusalan muiden sektoreiden puitteissa.



## KIRJALLISUUSLUETTELO

- / 1 / Talviasfaltointi ja päällystyskustannusten vaihtelu vuodenaikojen mukaan, Otaniemi 1974/VTT, Tie- ja liikennelaboratorio/
- / 2 / Asfalttipäällysteiden rakentamisolosuhteet ja rakennuskustannuksiin vaikuttavat tekijät, Otaniemi 1975/VTT, Tie- ja liikennelaboratorio/
- / 3 / Asfalttipäällysteen tekeminen märälle alustalle, Otaniemi 1973/VTT, Tie- ja liikennelaboratorio/
- / 4 / Tie- ja vesirakennuslaitoksen kuljetusmaksuneuvottelukunnan mietintö, ehdotusosa, Helsinki 1975
- / 5 / Asfalttityönantajain liiton kirje 23.4.1976
- / 6 / Matilainen E., Päällystystöiden kustannuksista, Helsinki 1975
- / 7 / Kolkki O., Taulukoita ja karttoja Suomen lämpöoloista kaudelta 1931 - 1960, Helsinki 1966./Liite Suomen meteorologiseen vuosikirjaan 1965, Ilmatieteen laitos/
- / 8 / Auringon ja kuun nousujen ja laskujen ajat 1974, Helsinki 1971./Helsingin yliopiston tähtitieteen laitos/
- / 9 / Kuukausikatsaus Suomen ilmastoon, lokakuu 1972...joulukuu 1973./Ilmatieteen laitos/
- / 10 / Tilastokeskuksen tilastotiedotus PA 1075 : 41



